

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application: 2002年 6月27日

出願番号

Application Number: 特願2002-187621

[ST.10/C]:

[JP2002-187621]

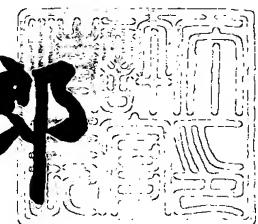
出願人

Applicant(s): 株式会社半導体エネルギー研究所

2003年 4月25日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3030033

【書類名】 特許願
 【整理番号】 P006484
 【提出日】 平成14年 6月27日
 【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿
 【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半導体エネルギー研究所内
 【氏名】 山崎 舜平
 【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半導体エネルギー研究所内
 【氏名】 野田 剛司
 【特許出願人】
 【識別番号】 000153878
 【氏名又は名称】 株式会社半導体エネルギー研究所
 【代表者】 山崎 舜平
 【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 002543
 【納付金額】 21,000円
 【提出物件の目録】
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【ブルーフの要否】 要

【書類名】明細書

【発明の名称】 半導体装置およびその作製方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】

絶縁表面を有する基板上に、薄膜トランジスタと接続された第1の電極と、
第1の電極の端部を覆う隔壁と、
該第1の電極上に接する有機化合物を含む層と、該層上に接する第2の電極と
を有する発光素子であって、
前記隔壁は、有機樹脂膜と、光を吸収する多層膜との積層からなることを特徴
とする発光装置。

【請求項2】

請求項1において、前記隔壁は、前記第1の電極と有機化合物を含む層とが接
して積層されている発光領域以外の領域を覆っていることを特徴とする発光装置

【請求項3】

請求項1または請求項2において、前記多層膜は、Al₂O₃、SiO₂、ZrO₂
、HfO₂、Sc₂O₃、TiO₂、ITO、または、ZnOからなる層を少なくとも一層含むことを特徴とする発光装置。

【請求項4】

請求項1乃至3のいずれか一において、前記多層膜は、透光性を有する窒化絶縁膜を少なくとも一層含むことを特徴とする発光装置。

【請求項5】

請求項1乃至4のいずれか一において、前記多層膜は、Al、Cu、Au、Mo、Ni、Pt、Rh、Ag、W、Cr、Co、Si、Zr、Ta、インコネル、またはニクロムからなる層を少なくとも一層含むことを特徴とする発光装置。

【請求項6】

請求項1乃至5のいずれか一において、前記多層膜は、反射性を有する金属膜と、透光性を有する窒化絶縁膜と、窒化金属膜と、透光性を有する窒化絶縁膜との積層であることを特徴とする発光装置。

【請求項7】

請求項1乃至6のいずれか一において、前記多層膜は、アルミニウムを主成分とする金属膜と窒化珪素膜と窒化チタン膜と窒化珪素膜との積層であることを特徴とする発光装置。

【請求項8】

請求項1乃至7のいずれか一において、前記第2の電極は光を透過する導電膜であることを特徴とする発光装置。

【請求項9】

請求項1乃至8のいずれか一において、前記第1の電極は、凹部形状であり、前記隔壁をマスクとして自己整合的に形成されたことを特徴とする発光装置。

【請求項10】

請求項1乃至9のいずれか一において、前記第1の電極は陽極であり、前記第2の電極は陰極であることを特徴とする発光装置。

【請求項11】

請求項1乃至9のいずれか一において、前記第1の電極は陰極であり、前記第2の電極は陽極であることを特徴とする発光装置。

【請求項12】

請求項1乃至11のいずれか一において、前記有機化合物を含む層は、赤色発光する材料、緑色発光する材料、もしくは青色発光する材料であることを特徴とする発光装置。

【請求項13】

請求項1乃至12のいずれか一において、前記有機化合物を含む層は白色発光する材料であり、封止材に設けられたカラーフィルタと組み合わせたことを特徴とする発光装置。

【請求項14】

請求項1乃至13のいずれか一において、前記有機化合物を含む層は単色発光する材料であり、封止材に設けられた色変換層または着色層と組み合わせたことを特徴とする発光装置。

【請求項15】

請求項1乃至14のいずれか一において、前記発光装置は、ビデオカメラ、デジタルカメラ、ゴーグル型ディスプレイ、カーナビゲーション、パーソナルコンピュータ、DVDプレーヤー、電子遊戯機器、または携帯情報端末であることを特徴とする発光装置。

【請求項16】

陽極と、該陽極に接する有機化合物を含む層と、該有機化合物を含む層に接する陰極とを有する発光素子を有する発光装置の作製方法であって、
金属膜からなる第1の電極上に、絶縁膜と光を吸収する多層膜との積層を形成する工程と、
前記絶縁膜と光を吸収する多層膜との積層を選択的にエッチングして前記第1の電極の端部を覆う隔壁を形成する工程と、
有機化合物を含む膜を形成する工程と、
該有機化合物を含む膜上に、光を透過する金属薄膜からなる第2の電極を形成する工程とを有することを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項17】

請求項16において、前記絶縁膜は、無機絶縁膜または有機樹脂膜からなることを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項18】

請求項16または請求項17において、前記第1の電極は陽極であり、前記第2の電極よりも仕事関数が大きい金属層からなることを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項19】

請求項16乃至18のいずれか一において、前記光を吸収する多層膜は、反射性を有する金属膜を少なくとも一層含むことを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項20】

請求項16乃至19のいずれか一において、前記光を吸収する多層膜は、 Al_2O_3 、 SiO_2 、 ZrO_2 、 HfO_2 、 Sc_2O_3 、 TiO_2 、ITO、または、 ZnO からなる層を少なくとも一層含むことを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項21】

請求項16乃至20のいずれか一において、前記光を吸収する多層膜は、透光性を有する窒化絶縁膜を少なくとも一層含むことを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項22】

請求項16乃至21のいずれか一において、前記光を吸収する多層膜は、Ti、Al、Cu、Au、Mo、Ni、Pt、Rh、Ag、W、Cr、Co、Si、Zr、Ta、インコネル、またはニクロムからなる層を少なくとも一層含むことを特徴とする発光装置の作製方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、一对の電極間に有機化合物を含む膜（以下、「有機化合物層」と記す）を設けた素子に電界を加えることで、蛍光又は磷光が得られる発光素子を用いた発光装置及びその作製方法に関する。なお、本明細書中における発光装置とは、画像表示デバイス、発光デバイス、もしくは光源（照明装置含む）を指す。また、発光装置にコネクター、例えばFPC（Flexible printed circuit）もしくはTAB（Tape Automated Bonding）テープもしくはTCP（Tape Carrier Package）が取り付けられたモジュール、TABテープやTCPの先にプリント配線板が設けられたモジュール、または発光素子にCOG（Chip On Glass）方式によりIC（集積回路）が直接実装されたモジュールも全て発光装置に含むものとする。

【0002】

なお、本明細書中において半導体装置とは、半導体特性を利用することで機能しうる装置全般を指し、電気光学装置、半導体回路および電子機器は全て半導体装置である。

【0003】

【従来の技術】

薄型軽量、高速応答性、直流低電圧駆動などの特徴を有する有機化合物を発光体として用いた発光素子は、次世代のフラットパネルディスプレイへの応用が期待されている。特に、発光素子をマトリクス状に配置した表示装置は、従来の液

晶表示装置と比較して、視野角が広く視認性が優れる点に優位性があると考えられている。

【0004】

発光素子の発光機構は、一対の電極間に有機化合物層を挟んで電圧を印加することにより、陰極から注入された電子および陽極から注入された正孔が有機化合物層中の発光中心で再結合して分子励起子を形成し、その分子励起子が基底状態に戻る際にエネルギーを放出して発光するといわれている。励起状態には一重項励起と三重項励起が知られ、発光はどちらの励起状態を経ても可能であると考えられている。

【0005】

このような発光素子をマトリクス状に配置して形成された発光装置には、パッシブマトリクス駆動（単純マトリクス型）とアクティブマトリクス駆動（アクティブマトリクス型）といった駆動方法を用いることが可能である。しかし、画素密度が増えた場合には、画素（又は1ドット）毎にスイッチが設けられているアクティブマトリクス型の方が低電圧駆動できるので有利であると考えられている。

【0006】

また、発光素子の中心とも言える有機化合物層（厳密には発光層）となる有機化合物は、低分子系材料と高分子系（ポリマー系）材料とがそれぞれ研究されているが、低分子系材料よりも取り扱いが容易で耐熱性の高い高分子系材料が注目されている。

【0007】

また、これまでの発光装置において、基板上のTFTと電気的に接続された電極が陽極として形成され、陽極上有機化合物層が形成され、有機化合物層上有陰極が形成される発光素子を有し、有機化合物層において生じた光を透明電極である陽極からTFTの方へ取り出すという構造であった。この構造においては、解像度を向上させようとすると画素部におけるTFT及び配線等の配置により開口率が制限されるという問題が生じる。

【0008】

対して、電極を陽極として形成し、陽極上に有機化合物を含む層を形成し、有機化合物を含む層上に透明電極である陰極を形成するという構造（以下、上面出射構造とよぶ）がある。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

上面出射構造において、発光する発光領域以外の箇所には、配線やTFTなどが設けられており、配線の反射光が観察者の目に到達する問題があった。

【0010】

本発明は、上記諸問題を解決することができる構造とした発光装置およびその作製方法を提供することを課題とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】

本発明は、発光領域以外の領域に光を吸収する多層膜を設けて、配線による反射光が観察者の目に到達することを防ぐ構造とする。具体的には、第1の電極の端部を覆う隔壁（バンク、または障壁とも呼ばれる）の上層として、光を吸収する多層膜を用い、下層として有機樹脂を用いる。本発明において、隔壁は、材料の異なる3層以上の積層からなることを特徴としている。

【0012】

光を吸収する多層膜を形成するには、例えば、反射率の高い金属膜（代表的にはアルミニウム、または銀を主成分とする金属膜）上に、窒化珪素膜と、窒化金属膜（代表的には窒化チタン膜、窒化タンタル膜など）と、窒化珪素膜とを適宜膜厚を設定して積層すればよく、外からの光の入射があった場合、これらの層間で引き起こされる光学干渉吸収により減少させる。なお、この光を吸収する多層膜が設けられている箇所は、発光領域とは重なっていない構成となる。

【0013】

また、TFTの上方にも配置される上記光を吸収する多層膜は、外光からの照射を防ぐことができるため、外光がTFTに照射されることによる劣化も防止することができる。

【0014】

本明細書で開示する発明の構成は、
 絶縁表面を有する基板上に、薄膜トランジスタと接続された第1の電極と、
 第1の電極の端部を覆う隔壁と、
 該第1の電極上に接する有機化合物を含む層と、該層上に接する第2の電極と
 を有する発光素子であって、
 前記隔壁は、有機樹脂膜と、光を吸収する多層膜との積層からなることを特徴と
 する発光装置である。

【0015】

上記構成において、前記隔壁は、前記第1の電極と有機化合物を含む層とが接
 して積層されている発光領域以外の領域を覆っていることを特徴としている。な
 お、前記隔壁は、第2の電極を下層の配線と接続する箇所やFPCを接続する端子
 部に前記隔壁は形成しない。駆動回路も同一基板上に形成する場合には、駆動回
 路を覆う前記隔壁と同一の積層を設けてもよいし、特に設けなくともよい。少な
 くとも前記隔壁は、画素部において、表示領域となる発光領域以外の領域を覆う
 ものとする。

【0016】

また、上記各構成において、前記隔壁の上層に設ける多層膜は、透光性を有す
 る窒化絶縁膜を少なくとも一層含むことを特徴としている。具体的には、前記隔
 壁の上層に設ける多層膜は、反射性を有する金属膜と、透光性を有する膜と、光
 を一部吸収する膜と、透光性を有する膜との四層構造を少なくとも有し、透光性
 を有する膜として、 Al_2O_3 、 SiO_2 、 ZrO_2 、 HfO_2 、 Sc_2O_3 、 TiO_2
 、ITO、または、ZnOからなる層を少なくとも一層含む膜であることを特徴
 としている。

【0017】

或いは、上記各構成において、前記反射性を有する金属膜上に設けられた多層
 膜は、透光性を有する窒化絶縁膜を少なくとも一層含む多層膜とすればよい。ア
 ルミニウムを主成分とする膜と窒化珪素膜と窒化チタン膜と窒化珪素膜との積層
 とすれば、反射率を5%以下とすることができます。また、これらの多層膜として
 窒化絶縁膜または窒化金属膜を用いれば、酸素や水分のブロッキング層として機

能させることができるのでEL素子の劣化を抑えることができる。窒化チタンに代えて窒化タンタル膜などの褐色または黒色である金属膜を用いても同様の効果が得られる。

【0018】

また、上記各構成において、光を一部吸収する他の膜としては、Al、Cu、Au、Mo、Ni、Pt、Rh、Ag、W、Cr、Co、Si、Zr、Ta、インコネル、またはニクロムからなる層を少なくとも一層含む膜とすればよい。

【0019】

また、上記各構成において、前記第2の電極は光を透過する導電膜、例えば薄い金属膜、または透明導電膜、或いは、それらの積層であることを特徴としている。

【0020】

また、上記各構成において、前記有機化合物を含む層は白色発光する材料であり、封止材に設けられたカラーフィルタと組み合わせたことを特徴とする発光装置、或いは、前記有機化合物を含む層は単色発光する材料であり、封止材に設けられた色変換層または着色層と組み合わせたことを特徴とする発光装置である。また、それぞれRGBの発光が得られるように、画素毎に選択的に異なる有機化合物を含む層を形成してもよく、その場合にはカラーフィルタは特に必要ではない。

【0021】

また、上記各構成において、前記第1の電極は陽極であり、前記第2の電極は陰極であることを特徴としている。或いは、上記各構成において、前記第1の電極は陰極であり、前記第2の電極は陽極であることを特徴としている。

【0022】

さらに本発明は、蒸着マスクを用いた蒸着法によって配線（補助配線、または第3の電極とも呼ぶ）を各画素電極間に配置する隔壁上に形成し、陰極となる電極（光を透過する電極）の膜抵抗の低抵抗化を図ってもよい。また、上記補助配線を用いて引き出し配線を形成し、下層に存在する他の配線と接続を行うことも本発明の特徴である。

【0023】

また、上記各構成において、前記第1の電極を凹部形状としてもよい。前記隔壁をマスクとして自己整合的に形成すれば、第1の電極形状を形成する上でマスクの増加はない。なお、前記第1の電極の段差部分（傾斜部の上端部）と絶縁物の側面とはほぼ一致させて、段差被覆性の点から好ましくは、第1の電極の斜面における傾斜角度と絶縁物の側面における傾斜角度とが同一であることが望ましい。第1の電極の端部における段差により、発光素子からの発光（横方向の発光も含む）がTFTへ到達することを防止することができる。前記第1の電極を凹部形状とする場合には、前記第1の電極は、前記第1の電極の中央部に向かう傾斜面を有し、傾斜角度（テーパー角度とも呼ぶ）は、50°を超える、60°未満、さらに好ましくは54.7°であることを特徴としている。なお、この前記第1の電極の傾斜面で反射された光が層間で分散したり、迷光とならないように適宜、傾斜角度、有機化合物層の材料および膜厚、または第2の電極の材料および膜厚を設定することが必要である。

【0024】

また、上記各構成を実現するための発明の構成は、
 陽極と、該陽極に接する有機化合物を含む層と、該有機化合物を含む層に接する
 隕極とを有する発光素子を有する発光装置の作製方法であって、
 金属膜からなる第1の電極上に、絶縁膜と光を吸収する多層膜との積層を形成す
 る工程と、
 前記絶縁膜と光を吸収する多層膜との積層を選択的にエッチングして前記第1の
 電極の端部を覆う隔壁を形成する工程と、
 有機化合物を含む膜を形成する工程と、
 該有機化合物を含む膜上に、光を透過する金属薄膜からなる第2の電極を形成す
 る工程とを有することを特徴とする発光装置の作製方法である。

【0025】

また、上記作製方法に関する構成において、前記絶縁膜は、無機絶縁膜または
 有機樹脂膜からなることを特徴としている。

【0026】

また、上記作製方法に関する構成において、前記第1の電極は陽極であり、前記第2の電極よりも仕事関数が大きい金属層からなることを特徴としている。

【0027】

また、上記作製方法に関する構成において、前記光を吸収する多層膜は、反射性を有する金属膜を少なくとも一層含むことを特徴としている。

【0028】

また、上記作製方法に関する構成において、前記光を吸収する多層膜は、 Al_2O_3 、 SiO_2 、 ZrO_2 、 HfO_2 、 Sc_2O_3 、 TiO_2 、ITO、または、 ZnO からなる層を少なくとも一層含むことを特徴としている。

【0029】

また、上記作製方法に関する構成において、前記光を吸収する多層膜は、透光性を有する窒化絶縁膜を少なくとも一層含むことを特徴としている。

【0030】

また、上記作製方法に関する構成において、前記光を吸収する多層膜は、 Ti 、 Al 、 Cu 、 Au 、 Mo 、 Ni 、 Pt 、 Rh 、 Ag 、 W 、 Cr 、 Co 、 Si 、 Zr 、 Ta 、インコネル、またはニクロムからなる層を少なくとも一層含むことを特徴としている。

【0031】

なお、EL素子は、電場を加えることで発生するルミネッセンス (Electro Luminescence) が得られる有機化合物を含む層（以下、EL層と記す）と、陽極と、陰極とを有する。有機化合物におけるルミネッセンスには、一重項励起状態から基底状態に戻る際の発光（蛍光）と三重項励起状態から基底状態に戻る際の発光（リン光）とがあるが、本発明の製造装置および成膜方法により作製される発光装置は、どちらの発光を用いた場合にも適用可能である。

【0032】

EL層を有する発光素子（EL素子）は一対の電極間にEL層が挟まれた構造となっているが、EL層は通常、積層構造となっている。代表的には、コダック・イーストマン・カンパニーのTangらが提案した「正孔輸送層／発光層／電子輸送層」という積層構造が挙げられる。この構造は非常に発光効率が高く、現在、研

究開発が進められている発光装置は殆どこの構造を採用している。

【0033】

また、他にも陽極上に正孔注入層／正孔輸送層／発光層／電子輸送層、または正孔注入層／正孔輸送層／発光層／電子輸送層／電子注入層の順に積層する構造も良い。発光層に対して蛍光性色素等をドーピングしても良い。また、これらの層は、全て低分子系の材料を用いて形成しても良いし、全て高分子系の材料を用いて形成しても良いし、無機材料層を用いても良い。なお、本明細書において、陰極と陽極との間に設けられる全ての層を総称してEL層という。したがって、上記正孔注入層、正孔輸送層、発光層、電子輸送層及び電子注入層は、全てEL層に含まれる。

【0034】

また、本発明の発光装置において、画面表示の駆動方法は特に限定されず、例えば、点順次駆動方法や線順次駆動方法や面順次駆動方法などを用いればよい。代表的には、線順次駆動方法とし、時分割階調駆動方法や面積階調駆動方法を適宜用いればよい。また、発光装置のソース線に入力する映像信号は、アナログ信号であってもよいし、デジタル信号であってもよく、適宜、映像信号に合わせて駆動回路などを設計すればよい。

【0035】

【発明の実施の形態】

本発明の実施形態について、以下に説明する。

【0036】

アクティブマトリクス型発光装置の断面図（1画素の一部）を図1（A）に示す。ここでは、白色発光する高分子材料からなる有機化合物を含む層を発光層に用いた発光素子を一例として説明する。

【0037】

図1（A）中、絶縁表面を有する基板10上に設けられたTFT（pチャネル型TFT）は、白色を発光するEL層20に流れる電流を制御する素子であり、13、14はソース領域またはドレイン領域である。基板10上には下地絶縁膜11（ここで、下層を窒化絶縁膜、上層を酸化絶縁膜）が形成されており、ゲート電極

15と活性層との間には、ゲート絶縁膜12が設けられている。また、16aは有機材料または無機材料からなる層間絶縁膜であり、16bは窒化珪素膜、窒化酸化珪素膜、窒化アルミニウム、または窒化酸化アルミニウムからなる保護膜である。また、ここでは図示しないが、一つの画素には、他にもTFT（nチャネル型TFTまたはpチャネル型TFT）を一つ、または複数設けている。また、ここでは、一つのチャネル形成領域を有するTFTを示したが、特に限定されず、複数のチャネルを有するTFTとしてもよい。

【0038】

また、18a、18bは、第1の電極、即ち、OLEDの陽極（或いは陰極）であり、21は、導電膜からなる第2の電極、即ち、OLEDの陰極（或いは陽極）である。なお、実際に陽極として機能する領域は、18bである。ここでは、18aとしてチタン膜、18bとして窒化チタン膜として順に積層し、有機化合物を含む層20に接する18bを陽極として機能させる。窒化チタン膜を陽極として用いる場合には、表面にUV光やプラズマ処理を行って仕事関数を大きい値に変化させることが望ましい。また、第1の電極18bに用いることのできる他の材料としては、薄膜とした場合に仕事関数の大きい材料（Pt、Cr、W、Ni、Zn、Sn）が好ましく、膜厚10～100nmの範囲とすればよい。ここでは2層とした例を示したが特に限定されず、单層としても良いし、2層の間に合金化を防ぐブロッキング層を設けて3層、またはそれ以上の積層としてもよい。

【0039】

また、第1の電極と同じ積層構造で電源供給線17も形成する。また、ソース配線22なども同時に形成される。ここでは、プロセス短縮のため、同一層上にソース配線、第1の電極、電源供給線を形成した例を示したが、層間絶縁膜を1層追加して、第1の電極をソース配線や電源供給線とは異なる層に形成してもよい。異なる層に形成した場合、第1の電極の大面積化が図れるため、発光領域の増大を行えるとともに、ソース配線や電源供給線を電気抵抗率の低い材料、例えばアルミニウムを主成分とする材料で形成することによって配線の抵抗化が図れる。

【0040】

また、白色発光を得るため、有機化合物を含む層20として、正孔注入層として作用するポリ（エチレンジオキシチオフェン）／ポリ（スチレンスルホン酸）水溶液（PEDOT／PSS）を全面に塗布、焼成した後、発光層として作用する発光中心色素（1, 1, 4, 4-テトラフェニル-1, 3-ブタジエン（TPB）、4-ジシアノメチレン-2-メチル-6-(p-ジメチルアミノースチリル)-4H-ピラン（DCM1）、ナイルレッド、クマリン6など）ドープしたポリビニルカルバゾール（PVK）溶液を全面に塗布、焼成する。なお、PEDOT／PSSは溶媒に水を用いており、有機溶剤には溶けない。従って、PVKをその上から塗布する場合にも、再溶解する心配はない。また、PEDOT／PSSとPVKは溶媒が異なるため、成膜室は同一のものを使用しないことが好ましい。また、有機化合物を含む層20を単層とすることもでき、ホール輸送性のポリビニルカルバゾール（PVK）に電子輸送性の1, 3, 4-オキサジアゾール誘導体（PBD）を分散させてもよい。また、30wt%のPBDを電子輸送剤として分散し、4種類の色素（TPB、クマリン6、DCM1、ナイルレッド）を適当量分散することで白色発光が得られる。

【0041】

また、赤色発光する有機化合物を含む膜や緑色発光する有機化合物を含む膜や青色発光する有機化合物を含む膜を適宜選択し、重ねて混色させることによって全体として白色発光を得ることも可能である。

【0042】

また、21としてCaF₂を蒸着法で膜厚1nm～10nm形成した後、最後にAl膜をスパッタ法または蒸着法により約10nmの膜厚で形成し、陰極として機能させる。陰極は、有機化合物を含む層20からの光を通過する膜厚、材料を適宜選択することが必要である。なお、本明細書中、陰極とは、仕事関数の小さい材料膜の単層膜だけでなく、仕事関数の小さい材料薄膜と導電膜との積層膜を含むものとする。

【0043】

第2の電極21としてAl膜を用いる構成とすると、有機化合物を含む層20

と接する材料を酸化物以外の材料で形成することが可能となり、発光装置の信頼性を向上させることができる。なお、Al膜に代えて、第2の電極21として透明導電膜(ITO(酸化インジウム酸化スズ合金)、酸化インジウム酸化亜鉛合金(In_2O_3-ZnO)、酸化亜鉛(ZnO)等)を用いてもよい。また、CaF₂に代えて薄い金属層(代表的にはMgAg、MgIn、AlLiなどの合金)としてもよい。

【0044】

また、第1の電極18の両端部およびそれらの間は隔壁(障壁またはバンクとも呼ばれる)で覆われている。本発明において、この隔壁は、各電極間の絶縁を行うとともに、外光を吸収する機能を有している。隔壁として、下層を絶縁膜19(無機絶縁膜または有機絶縁膜)とし、上層は、光を吸収する多層膜24(光吸収多層膜とも呼ぶ)、代表的には、反射性を有する金属膜と、透光性を有する膜と、光を一部吸収する膜と、透光性を有する膜とを順に積層した四層構造とすればよい。なお、図1では簡略化のため、光を吸収する多層膜24を単層で示しているが、実際には少なくとも四層以上積層されている。

【0045】

反射性を有する金属膜として、AlまたはAgを主成分とする膜を用いる。また、透光性を有する膜として、 Al_2O_3 、 SiO_2 、 ZrO_2 、 HfO_2 、 Sc_2O_3 、 TiO_2 、ITO、または、 ZnO からなる層とすればよく、光を一部吸収する他の膜としては、Al、Cu、Au、Mo、Ni、Pt、Rh、Ag、W、Cr、Co、Si、Zr、Ta、インコネル、またはニクロムからなる層とすればよい。

【0046】

有機化合物を含む層を後で形成するため、ここでは、窒素を含む膜で外部からの光を吸収する多層膜を用いて説明する。以下に示すシミュレーションを行った。

【0047】

反射性を有する金属膜であるアルミニウムを主成分とする膜(膜厚100nm)上に、窒素とアルゴンを含む雰囲気でシリコンターゲットを用いたスパッタ法で得られる窒化珪素膜(膜厚37nm)と、窒化チタン膜(膜厚66nm)と、窒

素とアルゴンを含む雰囲気でシリコンターゲットを用いたスパッタ法で得られる窒化珪素膜（膜厚37nm）とを順に積層したモデル構造において、反射率を求めた結果が図7である。波長範囲300nm～800nmにおける窒化珪素膜の屈折率は2.04～2.2、窒化チタンの屈折率は1.67～2.35、アルミニウムの屈折率は0.39～1.985としてシミュレーションを行っている。可視領域において、平均反射率が3%となった。なお、膜厚は特に限定されず、適宜設定すればよい。また、材料によっても最適な膜厚は変わってくる。

【0048】

また、シール材で導電膜21を覆った場合でも同様のシミュレーションを行って得られた結果が図8である。図7に比べて若干、反射率が高くなるものの平均で6%とすることができる。なお、シール材で覆った場合では、最適な窒化珪素膜の膜厚は42nmとなった。

【0049】

また、ここでは反射性を有する金属膜上に、窒化珪素膜、窒化チタン膜、窒化珪素膜の順に積層した例を示したが、例えば、反射性を有する金属膜上に、窒化珪素膜、窒化タンタル膜、窒化珪素膜の順に積層してもよいし、反射性を有する金属膜上に、窒化珪素膜、窒化チタン膜、ITO膜の順に積層してもよい。反射性を有する金属膜上に、窒化珪素膜、窒化チタン膜、ITO膜の順に積層した場合は、後にエッチングする際のプロセスのマージンが大きいため好ましい。

【0050】

また、これらの多層膜を全てスパッタ法で形成可能な材料とし、大気に触れることなく、連続して絶縁膜および光吸收層を形成することができる。また、光吸收層24として窒化膜を用いれば、パッシベーション膜としても機能する。また、光吸收層24として窒化膜を用いれば、水分や酸素をブロッキングすることもでき、有機化合物を含む層を用いた発光素子に適している。

【0051】

また、有機化合物を含む層20や導電膜21のカバレッジを良好とするために隔壁のトータル膜厚は薄くすることが好ましく、側壁もテーパー形状とすることが好ましい。なお、光吸收多層膜の一層は、反射性を有する金属膜であり、ここ

では図示しないが第2の電極21と接続されて同電位となる。

【0052】

また、図1(B)に示すように、導電膜(陰極)21の低抵抗化を図るため、導電膜21上に補助電極23を設けてよい。補助電極23は、蒸着マスクを用いた蒸着法によって選択的に形成すればよい。

【0053】

また、図示しないが、発光装置の信頼性を高めるために第2の電極21上に保護膜を形成することが好ましい。この保護膜はスパッタ法(DC方式やRF方式)により得られる窒化珪素または窒化酸化珪素を主成分とする絶縁膜、または炭素を主成分とする薄膜である。シリコンターゲットを用い、窒素とアルゴンを含む雰囲気で形成すれば、窒化珪素膜が得られる。また、窒化シリコンターゲットを用いてよい。また、保護膜は、リモートプラズマを用いた成膜装置を用いて形成してもよい。また、保護膜に発光を通過させるため、保護膜の膜厚は、可能な限り薄くすることが好ましい。なお、陰極としてアルミニウムを主成分とする材料を用いる場合は、酸素や水分に対するブロッキング性は高い。

【0054】

本発明において、前記炭素を主成分とする薄膜は膜厚3~50nmのDLC膜(Diamond like Carbon)であることを特徴としている。DLC膜は短距離秩序的には炭素間の結合として、SP³結合をもっているが、マクロ的にはアモルファス状の構造となっている。DLC膜の組成は炭素が70~95原子%、水素が5~30原子%であり、非常に硬く絶縁性に優れている。このようなDLC膜は、また、水蒸気や酸素などのガス透過率が低いという特徴がある。また、微少硬度計による測定で、15~25GPaの硬度を有することが知られている。

【0055】

DLC膜はプラズマCVD法(代表的には、RFプラズマCVD法、マイクロ波CVD法、電子サイクロトロン共鳴(ERC)CVD法など)、スパッタ法などで形成することができる。いずれの成膜方法を用いても、密着性良くDLC膜を形成することができる。DLC膜は基板をカソードに設置して成膜する。または、負のバイアスを印加して、イオン衝撃をある程度利用して緻密で硬質な膜を

形成できる。

【0056】

成膜に用いる反応ガスは、水素ガスと、炭化水素系のガス（例えばCH₄、C₂H₂、C₆H₆など）とを用い、グロー放電によりイオン化し、負の自己バイアスがかかったカソードにイオンを加速衝突させて成膜する。こうすることにより、緻密で平滑なDLC膜を得ることができる。なお、このDLC膜は、可視光に対して透明もしくは半透明な絶縁膜である。

【0057】

本明細書において、可視光に対して透明とは可視光の透過率が80～100%であることを指し、可視光に対して半透明とは可視光の透過率が50～80%であることを指す。

【0058】

ここでは図示しないが、最後に、EL素子を封止するための基板と、シール材によって密閉する。約2～30μmの間隔が保たれるように封止基板が貼りつけられ、全ての発光素子は密閉されている。シール材によって封止基板を貼りつける直前には真空でアニールを行って脱気を行うことが好ましい。シール剤で全面を覆うように全ての発光素子は密閉し、乾燥剤を用いないようにすることが好ましい。なお、基板間に空間を設け、封止基板を貼りつける際には、サンドブラスト法などによって封止基板に凹部を設け、不活性気体（希ガスまたは窒素）を含む雰囲気下でその凹部に乾燥剤を配置し、貼り合せることが好ましい。

【0059】

また、ここではトップゲート型TFTを例として説明したが、TFT構造に関係なく本発明を適用することが可能であり、例えばボトムゲート型（逆スタガ型）TFTや順スタガ型TFTに適用することが可能である。

【0060】

(実施の形態2)

以下に、白色発光素子とカラーフィルターを組み合わせた方法（以下、カラーフィルター法とよぶ）について図6（A）により説明する。

【0061】

カラーフィルター法は、白色発光を示す有機化合物膜を有する発光素子を形成し、得られた白色発光をカラーフィルターに通すことで赤、緑、青の発光を得るという方式である。

【0062】

白色発光を得るためにには、様々な方法があるが、ここでは塗布により形成可能な高分子材料からなる発光層を用いる場合について説明する。この場合、発光層となる高分子材料への色素ドーピングは溶液調整で行うことができ、複数の色素をドーピングする共蒸着を行う蒸着法に比べて極めて容易に得ることができる。

【0063】

具体的には、仕事関数の大きい金属（P t、C r、W、N i、Z n、S n、I n）からなる陽極上に、正孔注入層として作用するポリ（エチレンジオキシチオフェン）／ポリ（スチレンスルホン酸）水溶液（PEDOT／PSS）を全面に塗布、焼成した後、発光層として作用する発光中心色素（1，1，4，4-テトラフェニル-1，3-ブタジエン（T P B）、4-ジシアノメチレン-2-メチル-6-（p-ジメチルアミノースチリル）-4 H-ピラン（DCM 1）、ナイルレッド、クマリン6など）ドープしたポリビニルカルバゾール（P V K）溶液を全面に塗布、焼成した後、仕事関数の小さい金属（L i、M g、C s）を含む薄膜と、その上に積層した透明導電膜（I T O（酸化インジウム酸化スズ合金）、酸化インジウム酸化亜鉛合金（I n₂O₃-Z n O）、酸化亜鉛（Z n O）等）との積層からなる陰極を形成する。なお、PEDOT／PSSは溶媒に水を用いており、有機溶剤には溶けない。従って、P V Kをその上から塗布する場合にも、再溶解する心配はない。また、PEDOT／PSSとP V Kは溶媒が異なるため、成膜室は同一のものを使用しないことが好ましい。

【0064】

また、上記例では有機化合物層を積層とした例を示したが、有機化合物層を単層とすることもできる。例えば、ホール輸送性のポリビニルカルバゾール（P V K）に電子輸送性の1，3，4-オキサジアゾール誘導体（P B D）を分散させてもよい。また、30 w t %のP B Dを電子輸送剤として分散し、4種類の色素（T P B、クマリン6、DCM 1、ナイルレッド）を適当量分散することで白色

発光が得られる。

【0065】

なお、有機化合物膜は、陽極と陰極の間に形成されており、陽極から注入された正孔と陰極から注入された電子が有機化合物膜において再結合することにより、有機化合物膜において、白色発光が得られる。

【0066】

また、赤色発光する有機化合物膜や緑色発光する有機化合物膜や青色発光する有機化合物膜を適宜選択し、重ねて混色させることによって全体として白色発光を得ることも可能である。

【0067】

以上により形成される有機化合物膜は、全体として白色発光を得ることができる。

【0068】

上記有機化合物膜が白色発光する方向に赤色発光以外を吸収する着色層（R）、緑色発光以外を吸収する着色層（G）、青色発光以外を吸収する着色層（B）をそれぞれ設けたカラーフィルタを形成することにより、発光素子からの白色発光をそれぞれ分離して、赤色発光、緑色発光、青色発光として得ることができる。また、アクティブマトリクス型の場合には、基板とカラーフィルターの間にTFTが形成される構造となる。

【0069】

また、着色層（R, G, B）には、最も単純なストライプパターンをはじめとして、斜めモザイク配列、三角モザイク配列、RGBG四画素配列、もしくはRGBW四画素配列などを用いることができる。

【0070】

カラーフィルターを構成する着色層は、顔料を分散した有機感光材料からなるカラーレジストを用いて形成される。なお、白色発光の色度座標は $(x, y) = (0.34, 0.35)$ である。白色発光とカラーフィルターを組み合わせれば、フルカラーとしての色再現性は十分確保することができる。

【0071】

なお、この場合には、得られる発光色が異なっていても、すべて白色発光を示す有機化合物膜で形成されていることから、発光色ごとに有機化合物膜を塗り分けて形成する必要がない。また、鏡面反射を防ぐ円偏光板も特に必要ないものとすることができる。

【0072】

次に青色発光性の有機化合物膜を有する青色発光素子と蛍光性の色変換層を組み合わせることにより実現されるCCM法 (color changing·mediums) について図6 (B) により説明する。

【0073】

CCM法は、青色発光素子から出射された青色発光で蛍光性の色変換層を励起し、それぞれの色変換層で色変換を行う。具体的には色変換層で青色から赤色への変換 ($B \rightarrow R$) 、色変換層で青色から緑色への変換 ($B \rightarrow G$) 、色変換層で青色から青色への変換 ($B \rightarrow B$) (なお、青色から青色への変換は行わなくても良い。) を行い、赤色、緑色及び青色の発光を得るというものである。CCM法の場合にも、アクティブマトリクス型の場合には、基板と色変換層の間にTFTが形成される構造となる。

【0074】

なお、この場合にも有機化合物膜を塗り分けて形成する必要がない。また、鏡面反射を防ぐ円偏光板も特に必要ないものとすることができる。

【0075】

また、CCM法を用いる場合には、色変換層が蛍光性であるため外光により励起され、コントラストを低下させる問題があるので、図6 (C) に示したようにカラーフィルターを装着するなどしてコントラストを上げるようにすると良い。

【0076】

また、本実施の形態は、実施の形態1と組み合わせることが可能である。

【0077】

(実施の形態3)

ここでは、他の構造例に関して図3で説明する。なお、図3は図1と一部以外は同一であるため、同じ箇所には同一の符号を用いている。

【0078】

図3では、配線を4層構造として、18aとしてチタン膜、18bとして窒化チタン膜、18cとしてアルミニウムを主成分とする膜、18dとして窒化チタン膜として順に積層し、有機化合物を含む層20に接する18bを陽極として機能させる。また、同じ積層構造で電源供給線17も形成される。上記積層構造は、アルミニウムを主成分とする膜を含んでおり、低抵抗な配線とすることができ、ソース配線22なども同時に形成される。

【0079】

作製工程としては、金属膜からなる第1の電極を形成し、該第1の電極の端部を覆う隔壁を形成した後、該隔壁をマスクとして自己整合的にエッティングを行い、該隔壁の一部をエッティングするとともに第1の電極の中央部を薄くエッティングして端部に段差を形成する。このエッティングによって第1の電極の中央部は薄く、且つ、平坦な面とし、隔壁で覆われた第1の電極の端部は厚い形状、即ち、凹部形状となる。図3に示した構造は、迷光を防ぎ、且つ、第1の電極の段差部分に形成された斜面で横方向の発光を反射または集光させて、ある一方向（第2の電極を通過する方向）に取り出す発光量を増加させるものである。

【0080】

従って、斜面となる部分18cは、光を反射する金属、例えばアルミニウム、銀などを主成分とする材料とすることが好ましく、有機化合物を含む層と接する中央部は、仕事関数の大きい陽極材料、或いは、仕事関数の小さい陰極材料とすることが好ましい。斜面となる部分を、例えばアルミニウム、銀などを主成分とする材料とすると、外からの光を反射するため、斜面以外は、反射率の低い材料、望ましくは光を吸収する多層膜で覆うことが好ましい。なお、18dは、酸化防止、腐食防止、またはヒロック等の発生を防止する材料層であり、特になくともよい。最終的に第1の電極の中央部に向かう傾斜面の角度（傾斜角度、テーパー角度）は、30°を超える70°未満、好ましくは、54.7°とし、後に形成する有機化合物を含む層からの発光を反射させる。

【0081】

また、本実施の形態は、実施の形態1または実施の形態2と自由に組み合わせ

ることができる。

【0082】

以上の構成でなる本発明について、以下に示す実施例でもってさらに詳細な説明を行うこととする。

【0083】

(実施例)

【実施例1】

本実施例では、本発明の発光素子の形成手順の一例を簡略に図2を用いて以下に説明する。

【0084】

まず、絶縁表面を有する基板上に下地絶縁膜を形成する。

【0085】

下地絶縁膜は、1層目としてプラズマCVD法を用い、 SiH_4 、 NH_3 、及び N_2O を反応ガスとして成膜される酸化窒化シリコン膜を10～200nm（好ましくは50～100nm）形成する。ここでは、膜厚50nmの酸化窒化シリコン膜（組成比 $\text{Si} = 32\%$ 、 $\text{O} = 27\%$ 、 $\text{N} = 24\%$ 、 $\text{H} = 17\%$ ）を形成する。次いで、下地絶縁膜の2層目としては、プラズマCVD法を用い、 SiH_4 及び N_2O を反応ガスとして成膜される酸化窒化シリコン膜を50～200nm（好ましくは100～150nm）の厚さに積層形成する。ここでは、膜厚100nmの酸化窒化シリコン膜（組成比 $\text{Si} = 32\%$ 、 $\text{O} = 59\%$ 、 $\text{N} = 7\%$ 、 $\text{H} = 2\%$ ）を形成する。本実施例では下地絶縁膜として2層構造を用いるが、前記絶縁膜の単層膜または2層以上積層させた構造を用いても良い。

【0086】

次いで、下地膜上に半導体層を形成する。TFTの活性層となる半導体層は、非晶質構造を有する半導体膜を公知の手段（スパッタ法、LPCVD法、またはプラズマCVD法等）により成膜した後、公知の結晶化処理（レーザー結晶化法、熱結晶化法、またはニッケルなどの触媒を用いた熱結晶化法等）を行って得られた結晶質半導体膜を所望の形状にパターニングして形成する。この半導体層の厚さは25～80nm（好ましくは30～60nm）の厚さで形成する。結晶質

半導体膜の材料に限定はないが、好ましくはシリコンまたはシリコングルマニウム合金などで形成すると良い。

【0087】

また、レーザー結晶化法で結晶質半導体膜を作製する場合には、パルス発振型または連続発光型のエキシマレーザーやYAGレーザー、 YVO_4 レーザーを用いることができる。これらのレーザーを用いる場合には、レーザー発振器から放射されたレーザー光を光学系で線状に集光し半導体膜に照射する方法を用いると良い。結晶化の条件は実施者が適宜選択するものであるが、エキシマレーザーを用いる場合はパルス発振周波数30Hzとし、レーザーエネルギー密度を100～400mJ/cm²(代表的には200～300mJ/cm²)とする。また、YAGレーザーを用いる場合にはその第2高調波を用いパルス発振周波数1～10kHzとし、レーザーエネルギー密度を300～600mJ/cm²(代表的には350～500mJ/cm²)とすると良い。そして幅100～1000μm、例えば400μmで線状に集光したレーザー光を基板全面に渡って照射し、この時の線状レーザー光の重ね合わせ率(オーバーラップ率)を80～98%として行えばよい。

【0088】

次いで、半導体層の表面をフッ酸を含むエッチャントで洗浄し、半導体層を覆うゲート絶縁膜63を形成する。ゲート絶縁膜33はプラズマCVD法またはスパッタ法を用い、厚さを40～150nmとしてシリコンを含む絶縁膜で形成する。本実施例では、プラズマCVD法により115nmの厚さで酸化窒化シリコン膜(組成比Si=32%、O=59%、N=7%、H=2%)で形成する。勿論、ゲート絶縁膜は酸化窒化シリコン膜に限定されるものでなく、他のシリコンを含む絶縁膜を単層または積層構造として用いても良い。

【0089】

次いで、ゲート絶縁膜63の表面を洗浄した後、ゲート電極を形成する。

【0090】

次いで、半導体にp型を付与する不純物元素(Bなど)、ここではボロンを適宜添加して、ソース領域及びドレイン領域62を形成する。添加した後、不純物元素を活性化するために加熱処理、強光の照射、またはレーザー光の照射を行う

。また、活性化と同時にゲート絶縁膜へのプラズマダメージやゲート絶縁膜と半導体層との界面へのプラズマダメージを回復することができる。特に、室温～300℃の雰囲気中において、表面または裏面からYAGレーザーの第2高調波を照射して不純物元素を活性化させることは非常に有効である。YAGレーザーはメンテナンスが少ないため好ましい活性化手段である。

【0091】

以降の工程は、有機材料または無機材料（塗布シリコン酸化膜、PSG（リン添加ガラス、BPSG（ボロンとリンを添加したガラス）などを含む）からなる層間絶縁膜65を形成し、水素化を行った後、ソース領域、またはドレイン領域に達するコンタクトホールを形成する。次いで、ソース電極（配線）、第1の電極（ドレイン電極）66a、66bを形成してTFT（pチャネル型TFT）を完成させる。

【0092】

また、本実施例ではpチャネル型TFTを用いて説明したが、p型不純物元素に代えてn型不純物元素（P、As等）を用いることによってpチャネル型TFTを形成することはできると言うまでもない。

【0093】

また、本実施例ではトップゲート型TFTを例として説明したが、TFT構造に関係なく本発明を適用することが可能であり、例えばボトムゲート型（逆スタガ型）TFTや順スタガ型TFTに適用することが可能である。

【0094】

以上の工程で、TFT（ここではドレイン領域62しか図示しない）、ゲート絶縁膜63、層間絶縁膜65、第1の電極66a、66bを形成する。

【0095】

本実施例では、第1の電極66a、66bは、Ti、TiN、 $TiSi_xN_y$ 、Ni、W、 WSi_x 、 WN_x 、 WSi_xN_y 、Ta、 TaN_x 、 $TaSi_xN_y$ 、Nb、Mo、Cr、Pt、Zn、Sn、In、またはMoから選ばれた元素、または前記元素を主成分とする合金材料もしくは化合物材料を主成分とする膜またはそれらの積層膜を総膜厚100nm～800nmの範囲で用いればよい。

【0096】

特に、ドレイン領域62に接する第1の電極66aは、シリコンとのオーミック接触が形成可能な材料、代表的にはチタンが好ましく、膜厚10～100nmの範囲とすればよい。また、第1の電極66bは、薄膜とした場合に仕事関数の大きい材料(TiN、Pt、Cr、W、Ni、Zn、Sn)が好ましく、膜厚10～100nmの範囲とすればよい。特に、TiNを陽極として用いる場合、仕事関数を大きくするために、紫外線照射、プラズマ処理を行うことが望ましい。

【0097】

また、第1の電極66a、66bは、他の配線、例えば、ソース配線64、電源供給線などと同時に形成することができる。

【0098】

次いで、第1の電極の端部（およびドレイン領域62とのコンタクト部分）を覆う隔壁（バンク、障壁、土手などと呼ばれる）を形成する。隔壁の形状を形成するエッティングは、ドライエッティングまたはウェットエッティングにより、1回または複数回に分けて行えばよい。また、隔壁の形状を形成するエッティングする際、選択比がそれぞれ十分確保できるように隔壁の材料を選択することも重要である。なお、隔壁の上層には光吸収多層膜61が設けられており、外部の光を吸収する構造となっている。

【0099】

隔壁の下層となる絶縁物67としては、無機材料（酸化シリコン、窒化シリコン、酸化窒化シリコンなど）、感光性または非感光性の有機材料（ポリイミド、アクリル、ポリアミド、ポリイミドアミド、レジストまたはベンゾシクロブテン）、またはこれらの積層などを用いることができるが、本実施例では感光性の有機樹脂を用いる。例えば、絶縁物の材料としてポジ型の感光性アクリルを用いた場合、絶縁物の上端部のみに曲率半径を有する曲面を持たせることが好ましい。また、隔壁の下層となる絶縁物67として、感光性の光によってエッチャントに不溶解性となるネガ型、或いは光によってエッチャントに溶解性となるポジ型のいずれも使用することができる。また、隔壁の上層となる光吸収多層膜61としては、光を反射する金属膜、代表的にはAlまたはAgを主成分とする金属膜（1

0.0 nm以上)と、窒化珪素膜(膜厚3.7 nm)と、窒化金属(TiN、TaNなど)膜(膜厚6.6 nm)と、窒化珪素膜(膜厚3.7 nm)との積層が好ましい。また、光を反射する金属膜上に形成した窒化珪素膜は、光を反射する金属膜の酸化防止、腐食防止、またはヒロック等の発生を防止する。

【0100】

次いで、後に形成する薄い導電膜の電気抵抗を下げるために補助電極60を形成する。補助電極60はスパッタ法で得られた金属膜をパターニングして形成してもよいし、蒸着マスクを用いた蒸着法で形成してもよい。本実施例では、図2(A)示すようにY方向に補助電極60を配置する例を示したが、特に限定されず、X方向に補助電極を配置してもよい。

【0101】

また、X方向に補助電極を配置したパネルの外観図を図4に示す。補助電極(補助配線)70は図4に示すように引き回されており、画素部82とソース側駆動回路83との間の領域で引き回し配線87と接するように形成する。なお、図4において、82は画素部、83はソース側駆動回路、84、85はゲート側駆動回路、86は電源供給線である。また、第1の電極とともに形成される配線は、電源供給線86、引き回し配線87、ソース配線である。また、図4においては、ゲート配線とともにFPCと接続する端子電極を形成している。

【0102】

次いで、有機化合物を含む層68を蒸着法または塗布法(インクジェット法など)を用いて形成する。例えば、蒸着法を用いる場合、真空中度が 5×10^{-3} Torr(0.665 Pa)以下、好ましくは $10^{-4} \sim 10^{-6}$ Paまで真空排気された成膜室で蒸着を行う。蒸着の際、予め、抵抗加熱により有機化合物は気化されており、蒸着時にシャッターが開くことにより基板の方向へ飛散する。気化された有機化合物は、上方に飛散し、メタルマスクに設けられた開口部を通って基板に蒸着される。蒸着により積層することによって発光素子全体として白色を示す有機化合物を含む層を形成する。

【0103】

例えば、A1q₃、部分的に赤色発光色素であるナイルレッドをドープしたA

La_3 、 Al_3 、 p-EtTAZ 、TPD（芳香族ジアミン）を順次積層することで白色を得ることができる。

【0104】

また、スピンコートを用いた塗布法により有機化合物を含む層を形成する場合、塗布した後、真空加熱で焼成することが好ましい。例えば、正孔注入層として作用するポリ（エチレンジオキシチオフェン）／ポリ（スチレンスルホン酸）水溶液（PEDOT／PSS）を全面に塗布、焼成し、その後、発光層として作用する発光中心色素（1, 1, 4, 4-テトラフェニル-1, 3-ブタジエン（TPB）、4-ジシアノメチレン-2-メチル-6-（p-ジメチルアミノースチリル）-4H-ピラン（DCM1）、ナイルレッド、クマリン6など）ドープしたポリビニルカルバゾール（PVK）溶液を全面に塗布、焼成すればよい。

【0105】

また、上記例では有機化合物層68を積層とした例を示したが、有機化合物層を単層とすることもできる。例えば、ホール輸送性のポリビニルカルバゾール（PVK）に電子輸送性の1, 3, 4-オキサジアゾール誘導体（PBD）を分散させてもよい。また、30wt%のPBDを電子輸送剤として分散し、4種類の色素（TPB、クマリン6、DCM1、ナイルレッド）を適当量分散することで白色発光が得られる。また、有機化合物層として高分子材料からなる層と、低分子材料からなる層とを積層してもよい。

【0106】

次いで、仕事関数の小さい金属（MgAg、MgIn、AlLi、CaF₂、CaNなどの合金、または周期表の1族もしくは2族に属する元素とアルミニウムとを共蒸着法により形成した膜）を含む薄膜と、その上に薄い導電膜69（ここではアルミニウム膜）とを蒸着して積層する。（図2（B））アルミニウム膜は水分や酸素をブロックングする能力が高い膜であり、発光装置の信頼性を向上させる上で導電膜に好ましい材料である。なお、図2（B）は図2（A）中の鎖線A-A'の断面を示している。この積層膜は、発光を通過するのに十分な薄さを有しており、本実施例では陰極として機能させる。また、薄い導電膜に代えて、透明導電膜（ITO（酸化インジウム酸化スズ合金）、酸化インジウム酸化亜

鉛合金 (In_2O_3-ZnO)、酸化亜鉛 (ZnO) 等) を用いてもよい。また、陰極の低抵抗化を図るため、導電膜上に補助電極を設けてもよい。また、陰極形成の際には蒸着による抵抗加熱法を用い、蒸着マスクを用いて選択的に形成すればよい。

【0107】

こうして得られる発光素子は、図2(B)中の矢印方向に白色発光を示す。また、外部の光は、隔壁の上層に設けられた光吸收多層膜61により吸収されるため、電極や配線の反射光を抑えることができる。

【0108】

以上の工程で第2の電極(導電膜)までを形成した後は、基板上に形成された発光素子を封止するためにシール剤により封止基板(透明基板)を貼り合わせる。なお、封止基板と発光素子との間隔を確保するために樹脂膜からなるスペーサを設けても良い。そして、シール剤の内側の空間には窒素等の不活性気体が充填されている。なお、シール剤としてはエポキシ系樹脂を用いるのが好ましい。また、シール剤はできるだけ水分や酸素を透過しない材料であることが望ましい。さらに、空間の内部に酸素や水を吸収する効果をもつ物質(乾燥剤など)を含有させても良い。また、シール剤の内側の空間に気体を充填するのではなく、シール材を充填してもよい。

【0109】

以上のようにして発光素子を空間に封入することにより、発光素子を外部から完全に遮断することができ、外部から水分や酸素といった有機化合物層の劣化を促す物質が侵入することを防ぐことができる。従って、信頼性の高い発光装置を得ることができる。

【0110】

また、本実施例は、補助電極60、70を形成することによって、陰極の低抵抗化を図っているため、画素部のサイズが大きいものにも適用することができる。

【0111】

また、本実施例では、補助電極60を形成した後、有機化合物を含む層を形成

した例を示したが、形成順序は特に限定されず、有機化合物を含む層68を形成した後、補助電極60を形成してもよい。

【0112】

また、本実施例は、実施の形態1乃至3のいずれか一と自由に組み合わせることができる。

【0113】

【実施例2】

本実施例では、アクティブマトリクス型発光装置全体の外観図について図5に説明する。なお、図5（A）は、発光装置を示す上面図、図5（B）は図5（A）をA-A'で切断した断面図である。点線で示された901はソース信号線駆動回路、902は画素部、903はゲート信号線駆動回路である。また、904は封止基板、905はシール剤であり、シール剤905で囲まれた内側は、シール材（または樹脂）907になっている。

【0114】

なお、908はソース信号線駆動回路901及びゲート信号線駆動回路903に入力される信号を伝送するための配線であり、外部入力端子となるFPC（フレキシブルプリントサーキット）909からビデオ信号やクロック信号を受け取る。なお、ここではFPCしか図示されていないが、このFPCにはプリント配線基盤（PWB）が取り付けられていても良い。本明細書における発光装置には、発光装置本体だけでなく、それにFPCもしくはPWBが取り付けられた状態をも含むものとする。

【0115】

次に、断面構造について図5（B）を用いて説明する。基板910上には駆動回路及び画素部が形成されているが、ここでは、駆動回路としてソース信号線駆動回路901と画素部902が示されている。

【0116】

なお、ソース信号線駆動回路901はnチャネル型TFT923とpチャネル型TFT924とを組み合わせたCMOS回路が形成される。また、駆動回路を形成するTFTは、公知のCMOS回路、PMOS回路もしくはNMOS回路で

形成しても良い。また、本実施例では、基板上に駆動回路を形成したドライバー一体型を示すが、必ずしもその必要はなく、基板上ではなく外部に形成することもできる。

【0117】

また、画素部902はスイッチング用TFT911と、電流制御用TFT912とそのドレインに電気的に接続された第1の電極（陽極）913を含む複数の画素により形成される。

【0118】

また、第1の電極（陽極）913の両端には隔壁が形成され、隔壁の下層である絶縁膜914の側面は斜面を有している。また、隔壁の上層には実施の形態1に示した光吸收多層膜が設けられており絶縁膜914の形成と同時に形成することが望ましい。外部からの光は、隔壁の上層に設けられた光吸收多層膜により吸収されるため、下方に存在する電極や配線の反射光を抑えることができる。また、光吸收多層膜の一層は、反射性を有する金属膜であり、第2の電極916と接続されて同電位となる。

【0119】

また、第1の電極（陽極）913上には、蒸着マスクを用いた蒸着法、インクジェット法によって有機化合物を含む層915を選択的に形成する。さらに、有機化合物を含む層915上には第2の電極（陰極）916が形成される。これにより、第1の電極（陽極）912、有機化合物を含む層915、及び第2の電極（陰極）916からなる発光素子918が形成される。ここでは発光素子918は白色発光とする例であるので着色層931とBM932からなるカラーフィルター（簡略化のため、ここではオーバーコート層は図示しない）が設けている。

【0120】

また、絶縁層914上には実施例1に示した構成の一部である第3の電極（補助電極）917が形成されており、第2の電極の低抵抗化を実現している。また、第2の電極（陰極）916は全画素に共通の配線としても機能し、第3の電極917および接続配線908を経由してFPC909に電気的に接続されている。

【0121】

また、基板910上に形成された発光素子918を封止するためにシール剤905により封止基板904を貼り合わせる。なお、封止基板904と発光素子918との間隔を確保するために樹脂膜からなるスペーサを設けても良い。そして、シール剤905の内側の空間907にはシール剤（樹脂）が充填されている。なお、シール剤905としてはエポキシ系樹脂を用いるのが好ましい。また、シール剤905はできるだけ水分や酸素を透過しない材料であることが望ましい。

【0122】

また、本実施例では封止基板904を構成する材料としてガラス基板や石英基板の他、FRP（Fiberglass-Reinforced Plastics）、PVF（ポリビニルフロライド）、マイラー、ポリエステルまたはアクリル等からなるプラスチック基板を用いることができる。また、シール剤905を用いて封止基板904を接着した後、さらに側面（露呈面）を覆うようにシール剤で封止することも可能である。

【0123】

以上のようにして発光素子をシール材907に封入することにより、発光素子を外部から完全に遮断することができ、外部から水分や酸素といった有機化合物層の劣化を促す物質が侵入することを防ぐことができる。従って、信頼性の高い発光装置を得ることができる。

【0124】

また、本実施例は実施の形態1乃至3、実施例1と自由に組み合わせができる。

【0125】

〔実施例3〕

本実施例では、実施例1とは異なる成膜方法および成膜装置（図9、図10に示す）を用いて有機化合物を含む層、または陰極を形成する例を説明する。なお、第1の電極および隔壁を形成するまでの工程は、実施例1と同一であるため、ここでは説明を省略する。

【0126】

実施例1では、蒸着マスクを用いた蒸着法、またはインクジェット法により有機化合物を含む層や第2の電極を形成する例であったが、本実施例では、減圧下で発光性材料を含む溶液を第1の電極、即ち画素電極（陽極もしくは陰極）に向けて噴射し、前記発光性材料を前記画素電極上に堆積させて発光層を形成することを特徴とするものである。

【0127】

減圧下とは、大気圧よりも低い圧力下であることを指し、窒素、希ガスその他の不活性ガスで充填された雰囲気（以下、不活性雰囲気という。）では $1 \times 10^2 \sim 2 \times 10^4 \text{ Pa}$ （好ましくは、 $5 \times 10^2 \sim 5 \times 10^3 \text{ Pa}$ ）とすれば良いし、真空中では $1 \sim 5 \times 10^4 \text{ Pa}$ （ $1 \times 10^2 \sim 1 \times 10^3 \text{ Pa}$ ）とすれば良い。減圧下におくことで、雰囲気中に噴射された液滴は画素電極に到達するまでの間、常に液滴から溶媒が揮発し、その体積は減少していく。そして、画素電極上に到達した時点で殆どすべての溶媒が揮発し、到達と同時に膜形成が完了する。即ち、溶液塗布後に焼成工程等の加熱工程を必要としない点で従来技術よりも優れている。このとき、画素電極が $50 \sim 200^\circ\text{C}$ に加熱されると、付着後も容易に溶媒を揮発させることができるために、さらなる膜質の向上に有効である。

【0128】

また、画素電極に到達する前に十分溶媒を揮発させることができないため、本発明に用いる溶媒は、できるだけ揮発性の高い材料（即ち蒸気圧の高い材料）を用いると良い。なぜならば揮発性が低いと画素電極と溶液の噴射口（ノズルの先端部）との距離を長くして揮発に要する時間を稼ぐ必要があるが、当該距離が長いと液滴の弾道誤差が大きくなるからである。

【0129】

図10（A）は、発光性材料を含む溶液が噴射された直後の状態を表し、図10（B）は、発光性材料が陽極もしくは陰極に到達して薄膜（発光層）が形成された状態を表している。

【0130】

図10（A）において、101は陽極もしくは陰極であり、102は各画素を画定する隔壁、103はキャリア注入層である。キャリア注入層103は、10

1が陽極であれば正孔注入層であるし、陰極であれば電子注入層である。また、104は溶液を塗布するための装置（以下、溶液塗布装置という。）におけるヘッド部を拡大したものであり、一部分については内部構造を示している。ヘッド部104は、発光性材料を含む溶液を噴射する機能を持つ複数の噴射部105a～105cを有しており、それぞれに圧電素子（ピエゾ素子）106a～106cが設けられる。また、噴射部105a～105cのそれぞれには発光性材料を含む溶液107a～107cが充填されている。

【0131】

ここで発光性材料を含む溶液107aは、赤色に発光する発光性材料を含み、発光性材料を含む溶液107bは、緑色に発光する発光性材料を含み、発光性材料を含む溶液107cは、青色に発光する発光性材料を含む。これら三種類の発光性材料は、それぞれ赤色に発光する画素、緑色に発光する画素及び青色に発光する画素を構成し、これら三つの画素を一つの画素ユニット（画素単位）として捉える。なお、図10（A）においてはR（赤）、G（緑）、B（青）それぞれ一つに対応する噴射部しか説明していないが、並列に複数の噴射部（ノズル）を並べることも可能であり、スループットを考慮すると画素部の一行分もしくは一列分の画素数（ピクセル数）に相当する数だけ並べることが最も望ましいと言える。

【0132】

また、図10の成膜装置において最も特徴的な点は、ヘッド部104と陽極もしくは陰極101との間の空間108が減圧、即ち大気圧よりも低い圧力に維持されている点にある。具体的には、不活性雰囲気では $1 \times 10^2 \sim 2 \times 10^4 \text{ Pa}$ （好ましくは、 $5 \times 10^2 \sim 5 \times 10^3 \text{ Pa}$ ）であり、真空中では $1 \sim 5 \times 10^{-4} \text{ Pa}$ （ $1 \times 10^2 \sim 1 \times 10^3 \text{ Pa}$ ）である。噴射部105a～105cに充填された発光性材料を含む溶液107a～107cは、圧電素子106a～106cの体積変化により加圧されて押し出され、画素電極101に向かって噴射される。そして、噴射された液滴109は、減圧下で溶媒を揮発させながら進行し、残存した発光性材料が画素電極101上に堆積する。その結果、発光性材料は間欠的に堆積されることになる。

【0133】

こうして堆積された薄膜は、特に加熱等の手段により溶媒を揮発させなくても十分に溶媒成分を除去した状態で薄膜化されているため、脱ガスによる経時劣化等の問題の少ない発光層が得られる。以上のような構成により溶液を塗布した後も焼成工程等を必要とせず、スループットを大幅に向かうと共に、加熱による発光性材料自体の劣化も防ぐことができる。なお、本発明の特徴は焼成工程を必要としない点ではあるが、真空中の加熱処理等の焼成工程を併用しても溶媒成分を十分に除去した脱ガスの少ない発光層が得られるという本発明の効果を損なうものではない。

【0134】

こうして図10（B）に示すように、赤色に発光する発光層110a、緑色に発光する発光層110b及び青色に発光する発光層110cが形成される。この後は、必要に応じてキャリア輸送層、キャリア注入層等を形成した後、第2の電極、即ち対向電極（陽極に対しては陰極、陰極に対しては陽極）を設ければ発光素子が完成する。

【0135】

また、本実施例では、溶液塗布を液滴の噴射により行う例を示したが、特に限定されず、ある程度の粘性を有するゲル状の溶液を塗布してもよい。

【0136】

また、発光体の形成から発光素子の封止までの工程を行うため、本実施例に用いる溶液塗布装置をインライン方式の製造装置に組み合わせた例を図9に示す。なお、図9（A）は上面図、図9（B）は側面図である。

【0137】

図9（A）、（B）において、161は基板の搬入を行うロード室、162は基板の搬出を行うアンロード室、163は正孔注入層を成膜する成膜室、164は発光層を成膜する成膜室、165は電子注入層を成膜する成膜室、166は陰極となる金属膜を成膜する成膜室、167はパッシベーション効果を有する保護膜を成膜する成膜室である。図中の矢印170は、基板160の搬送方向であり、既に処理の終了した基板は点線で表してある。このとき、基板160は立てた

状態、即ち表面（被処理面）が重力の方向に対して平行な状態で搬送される。

【0138】

なお、ここでは簡略化のため、図示しないが、基板160上には予め、実施例1に従ってTFT、第1の電極および隔壁などが形成されている。本実施例では、実施例1に従って隔壁まで形成された基板をロード室にセットする。

【0139】

成膜室163～165のそれぞれは、本実施例の溶液塗布装置であり、内部にはヘッド部163a、164a、165aが設けられている。これらのヘッド部はいずれも図10に示した構成を有し、減圧下で有機化合物もしくは無機化合物を含む溶液の塗布及び薄膜形成が行われる。勿論、基板160を150～200°Cで加熱する機構を備えても良い。また、図9(B)に示す矢印171は、ヘッド部164aの移動方向を示しており、基板160の一端から他端に向かって溶液塗布及び薄膜形成が行われる。

【0140】

さらに、このとき、各成膜室163～165内には窒素、希ガスその他のフッ化性ガスが紙面に垂直な方向に向かって上から下へ流れしており、基板160とヘッド部163a～165aとの間には不活性ガスによる層流（ラミナーフロー）が形成される。このとき、基板を加熱する代わりに又は併用して、流れる不活性ガスを加熱することもできる。勿論、不活性ガスを導入せずに真空とすることも可能である。

【0141】

また、成膜室166はスパッタ法により陰極となる金属膜を成膜するチャンバーであり、基板160が長方形のターゲット166aの横を通過する間に成膜が行われる。例えば、アルミニウムとリチウムとの合金膜といった周期表の1族もしくは2族に属する元素を含む金属膜を形成することが可能である。ターゲット166aの形状はこれに限定されるものではないが、基板160を縦置きにするメリットとして、線状、長方形状、長楕円形状その他の細長い形状のターゲットを使うことにより高いスループットを確保しつつ装置面積を小さくできるという点が挙げられる。

【0142】

また、成膜室167はスパッタ法（好ましくは高周波スパッタ法）によりパッシベーション効果を有する絶縁膜を成膜するチャンバーであり、基板160が長方形のターゲット167aの横を通過する間に成膜が行われる。例えば、窒化シリコン膜、窒化酸化シリコン膜といった緻密性の高いシリコン化合物膜を形成することが可能である。ターゲット167aの形状はこれに限定されるものではないが、基板160を縦置きにするメリットとして、線状、長方形状、長梢円形状その他の細長い形状のターゲットを使うことにより高いスループットを確保しつつ装置面積を小さくできるという点が挙げられる。

【0143】

なお、図9に示す製造装置の特徴として、溶液塗布と同時に薄膜形成が行われるため焼成工程等が不要である点が挙げられるが、各成膜室163～166の間において真空中での加熱等の焼成工程を設けても構わない。発光層等の薄膜中から溶媒成分を除去すればその分だけ信頼性が向上すると考えられるからである。

【0144】

また、本実施例は実施の形態1乃至3、実施例1、実施例2と自由に組み合わせることができる。

【0145】

〔実施例4〕

本発明を実施することによって有機化合物を含む層を発光層とするモジュール（アクティブマトリクス型ELモジュール）を組み込んだ全ての電子機器が完成される。

【0146】

その様な電子機器としては、ビデオカメラ、デジタルカメラ、ヘッドマウントディスプレイ（ゴーグル型ディスプレイ）、カーナビゲーション、プロジェクタ、カーステレオ、パーソナルコンピュータ、携帯情報端末（モバイルコンピュータ、携帯電話または電子書籍等）などが挙げられる。それらの一例を図11、図12に示す。

【0147】

図11 (A) はパーソナルコンピュータであり、本体2001、画像入力部2002、表示部2003、キーボード2004等を含む。

【0148】

図11 (B) はビデオカメラであり、本体2101、表示部2102、音声入力部2103、操作スイッチ2104、バッテリー2105、受像部2106等を含む。

【0149】

図11 (C) はモバイルコンピュータ（モービルコンピュータ）であり、本体2201、カメラ部2202、受像部2203、操作スイッチ2204、表示部2205等を含む。

【0150】

図11 (D) はゴーグル型ディスプレイであり、本体2301、表示部2302、アーム部2303等を含む。

【0151】

図11 (E) はプログラムを記録した記録媒体（以下、記録媒体と呼ぶ）を用いるプレーヤーであり、本体2401、表示部2402、スピーカ部2403、記録媒体2404、操作スイッチ2405等を含む。なお、このプレーヤーは記録媒体としてDVD（Digital Versatile Disc）、CD等を用い、音楽鑑賞や映画鑑賞やゲームやインターネットを行うことができる。

【0152】

図11 (F) はデジタルカメラであり、本体2501、表示部2502、接眼部2503、操作スイッチ2504、受像部（図示しない）等を含む。

【0153】

図12 (A) は携帯電話であり、本体2901、音声出力部2902、音声入力部2903、表示部2904、操作スイッチ2905、アンテナ2906、画像入力部（CCD、イメージセンサ等）2907等を含む。

【0154】

図12 (B) は携帯書籍（電子書籍）であり、本体3001、表示部3002、3003、記憶媒体3004、操作スイッチ3005、アンテナ3006等を

含む。

【0155】

図12 (C) はディスプレイであり、本体3101、支持台3102、表示部3103等を含む。

【0156】

ちなみに図12 (C) に示すディスプレイは中小型または大型のもの、例えば5~20インチの画面サイズのものである。また、このようなサイズの表示部を形成するためには、基板の一辺が1mのものを用い、多面取りを行って量産することが好ましい。中小型または大型のものとする場合、実施例2または実施例3に示した補助電極を形成することが好ましい。

【0157】

以上の様に、本発明の適用範囲は極めて広く、あらゆる分野の電子機器の作製方法に適用することが可能である。また、本実施例の電子機器は実施の形態1乃至3、実施例1、実施例2、実施例3のどのような組み合わせからなる構成を用いても実現することができる。

【0158】

【発明の効果】

本発明により、上面出射型の発光装置において、外光が照射した際、設けられた光吸收多層膜によって、発光領域以外の電極の反射および配線の反射を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 実施の形態1を示す図。

【図2】 実施例1を示す図。

【図3】 実施の形態3を示す図。

【図4】 実施例1を示す図。

【図5】 実施例2を示す図。

【図6】 実施の形態2を示す図。

【図7】 本発明の光吸收多層膜のシミュレーション結果である。

【図8】 本発明の光吸收多層膜のシミュレーション結果である。

【図9】 製造装置の一例を示す図である。（実施例3）

【図10】 製造装置の一例を示す図である。（実施例3）

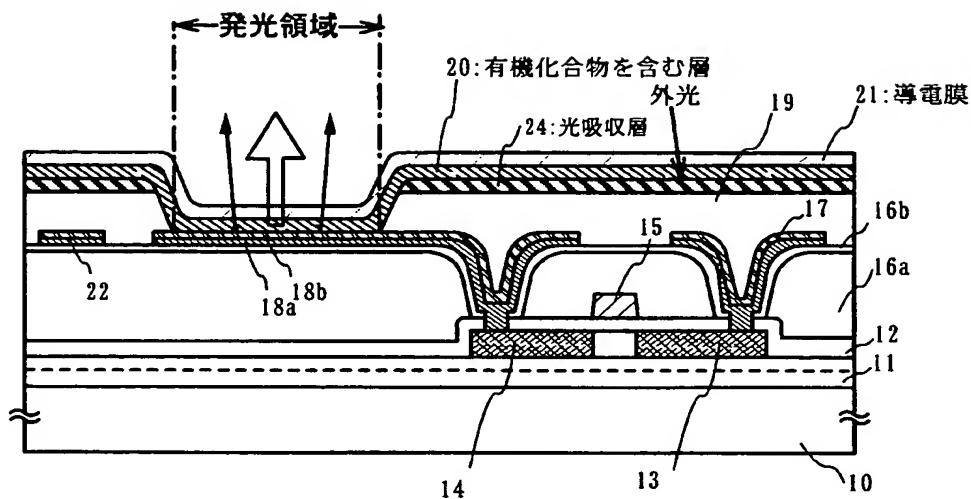
【図11】 電子機器の一例を示す図。（実施例4）

【図12】 電子機器の一例を示す図。（実施例4）

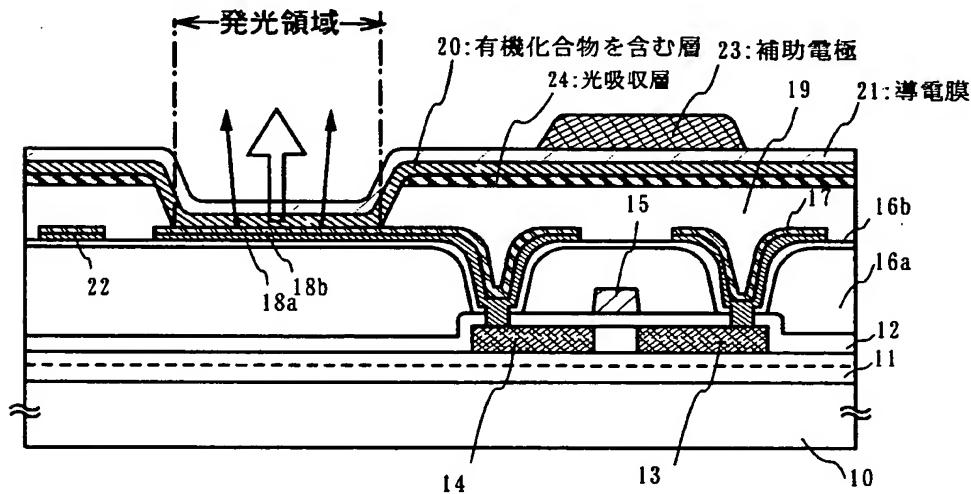
【書類名】 図面

【図1】

(A)

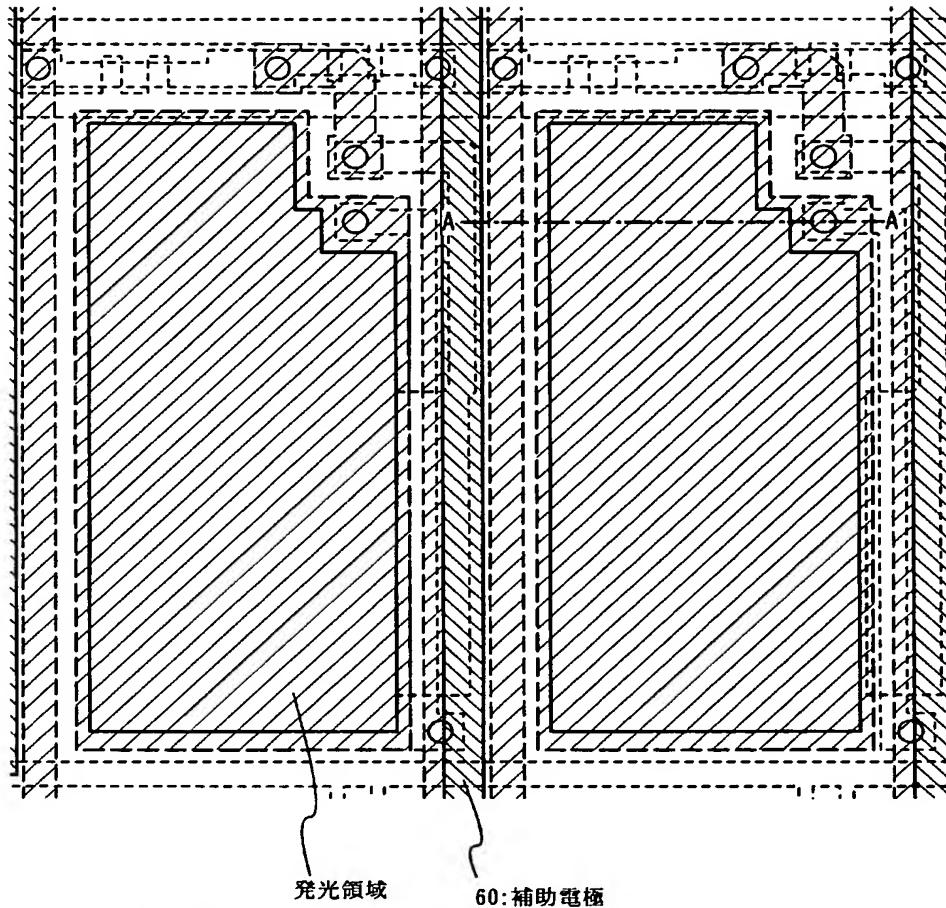


(B)

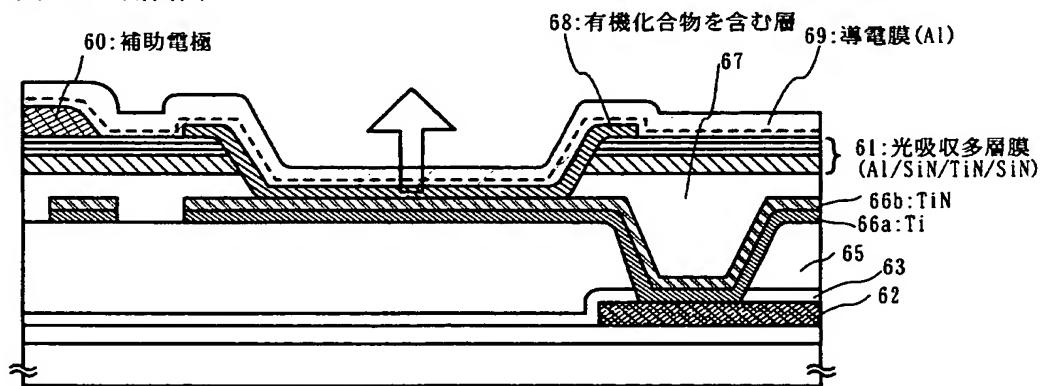


【図2】

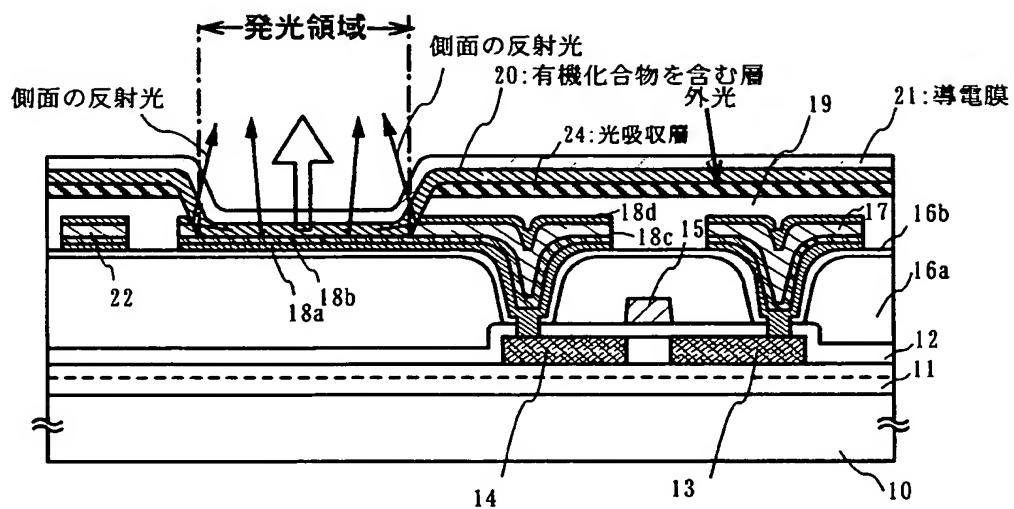
(A)



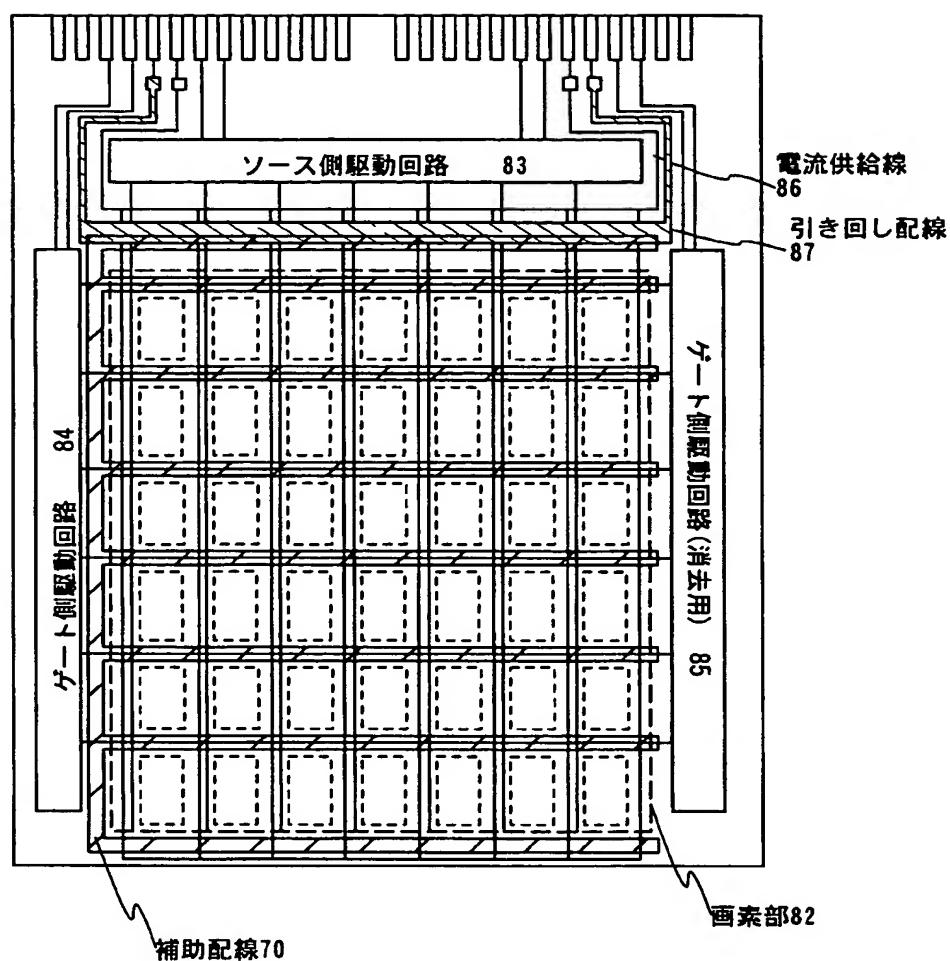
(B) A-A' 断面図



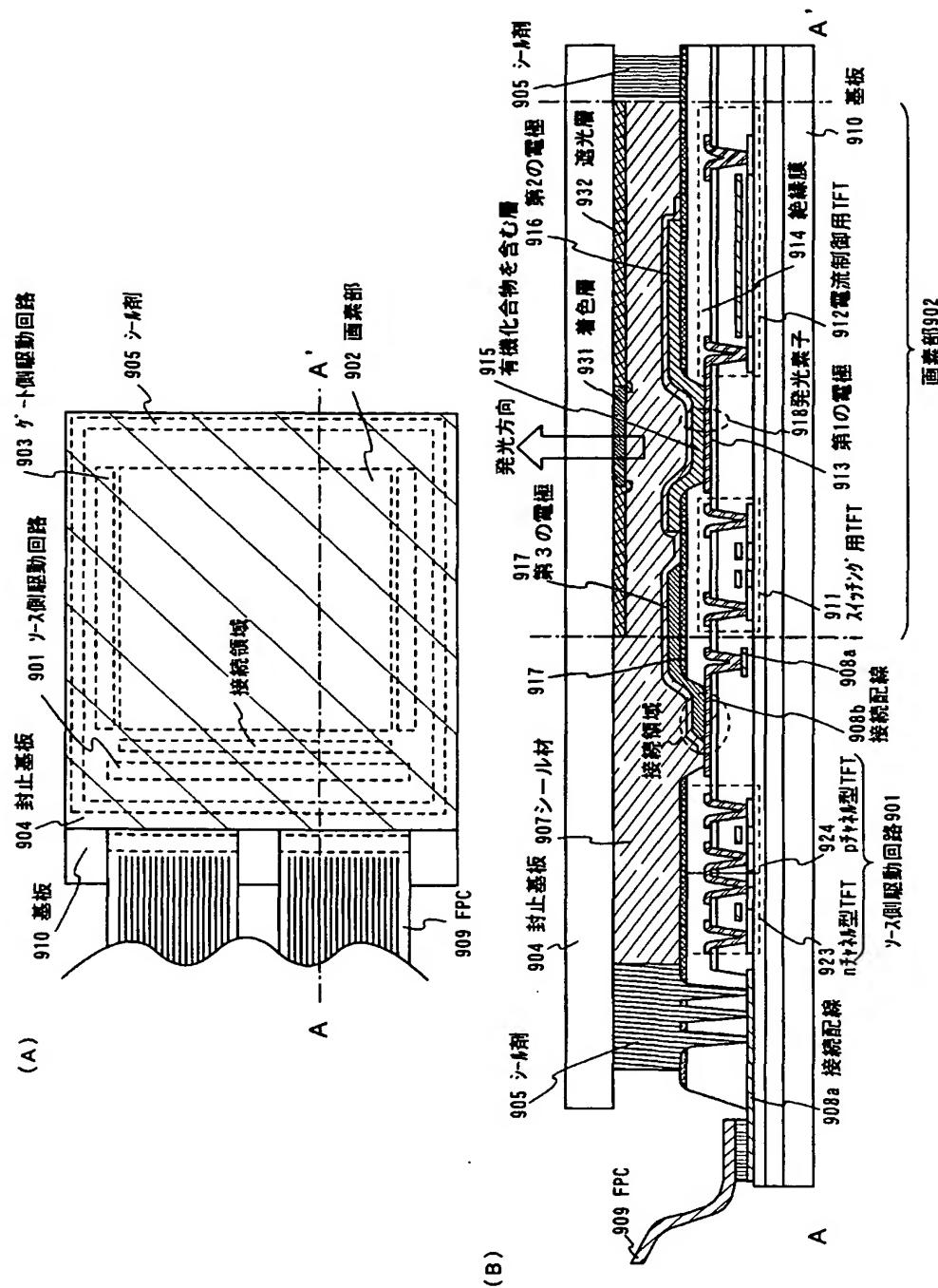
【図3】



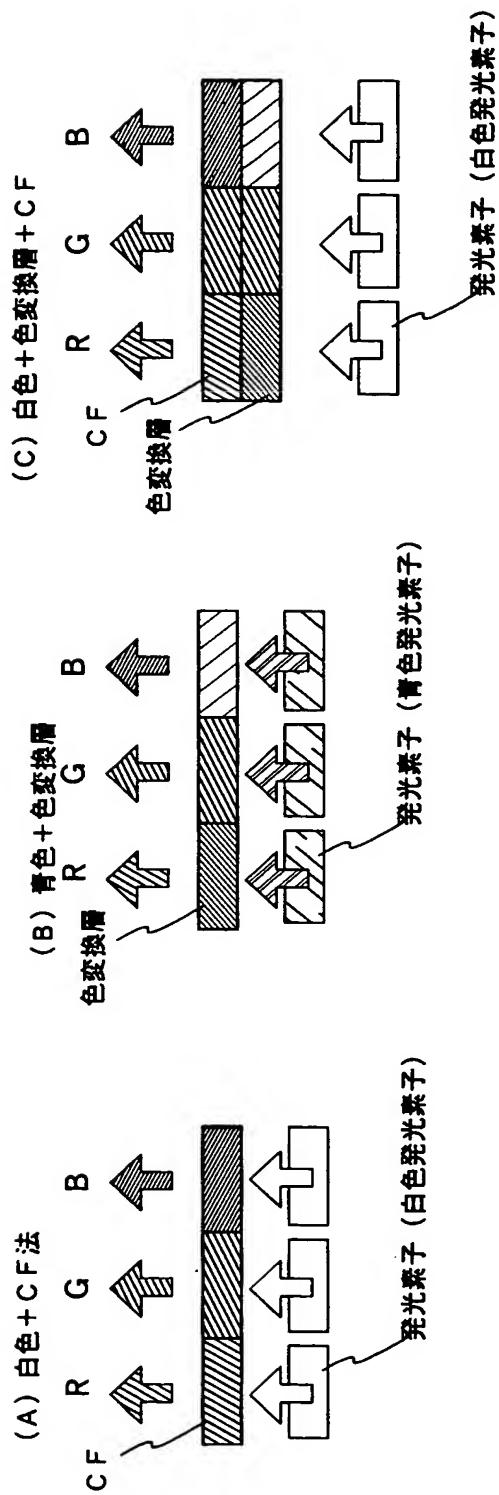
【図4】



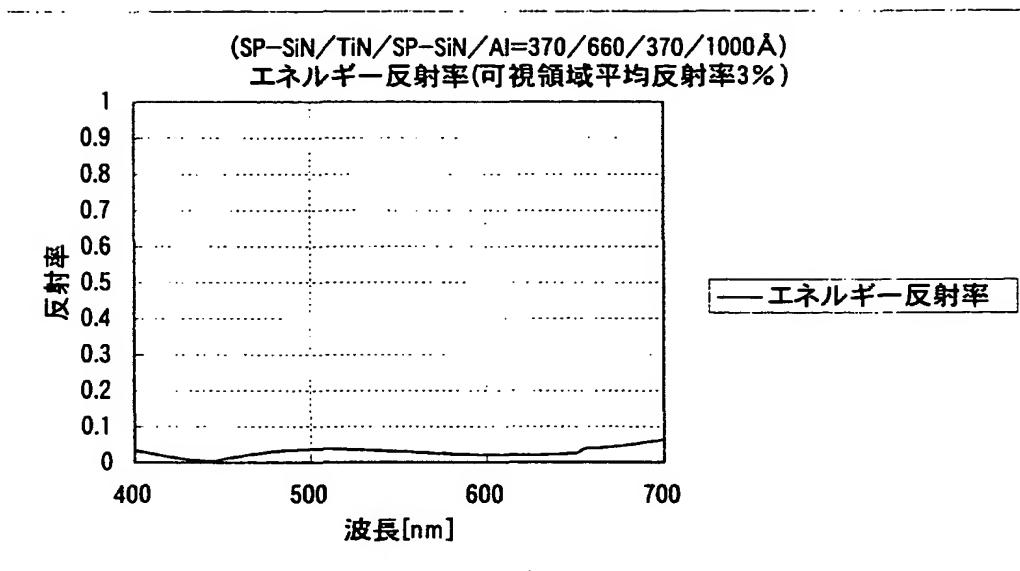
【図5】



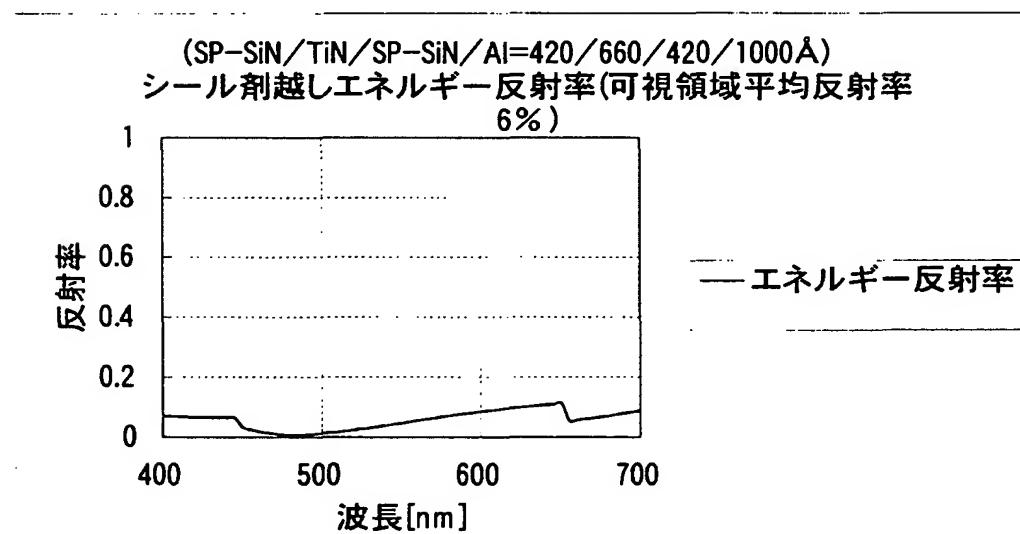
【図6】



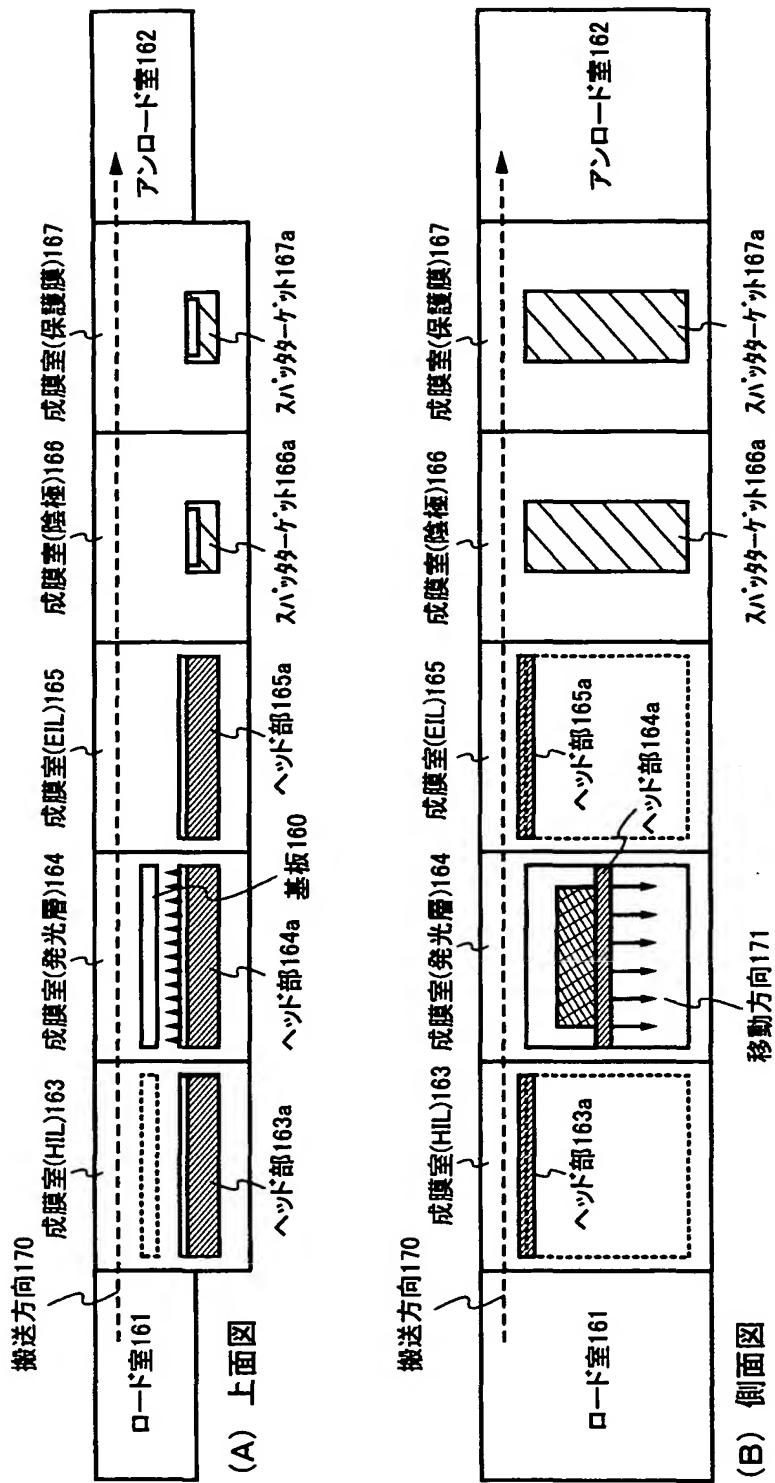
【図7】



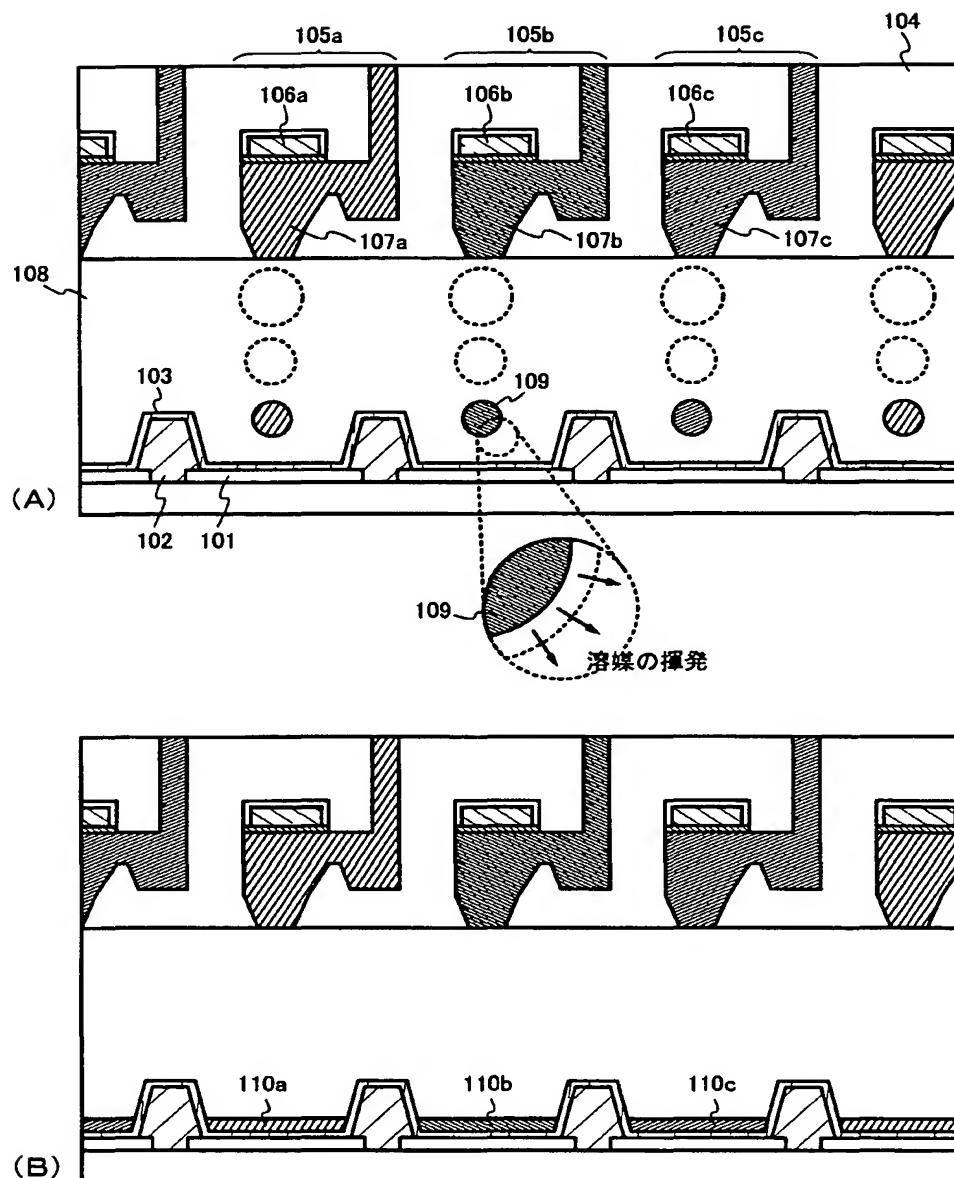
【図8】



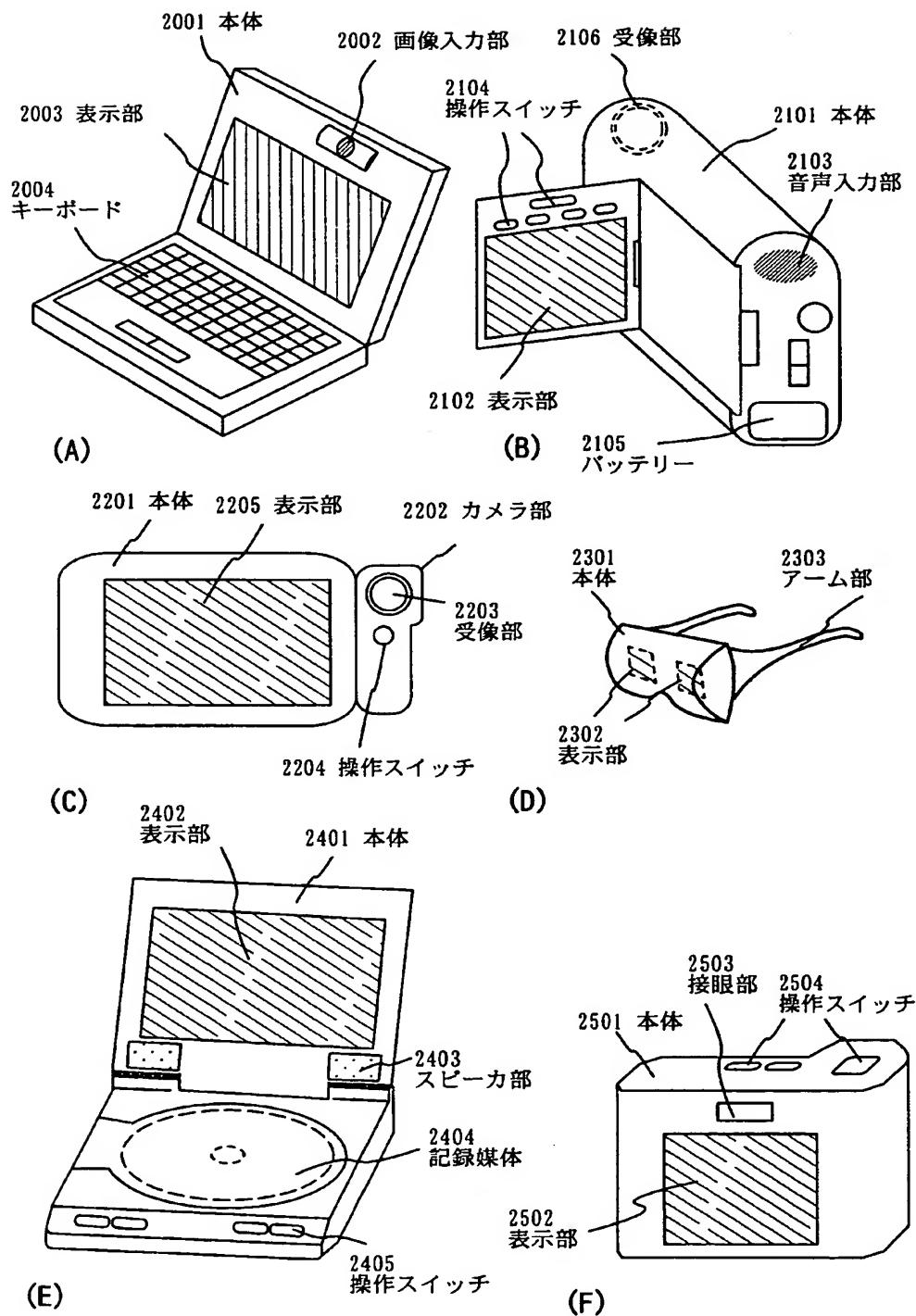
【図9】



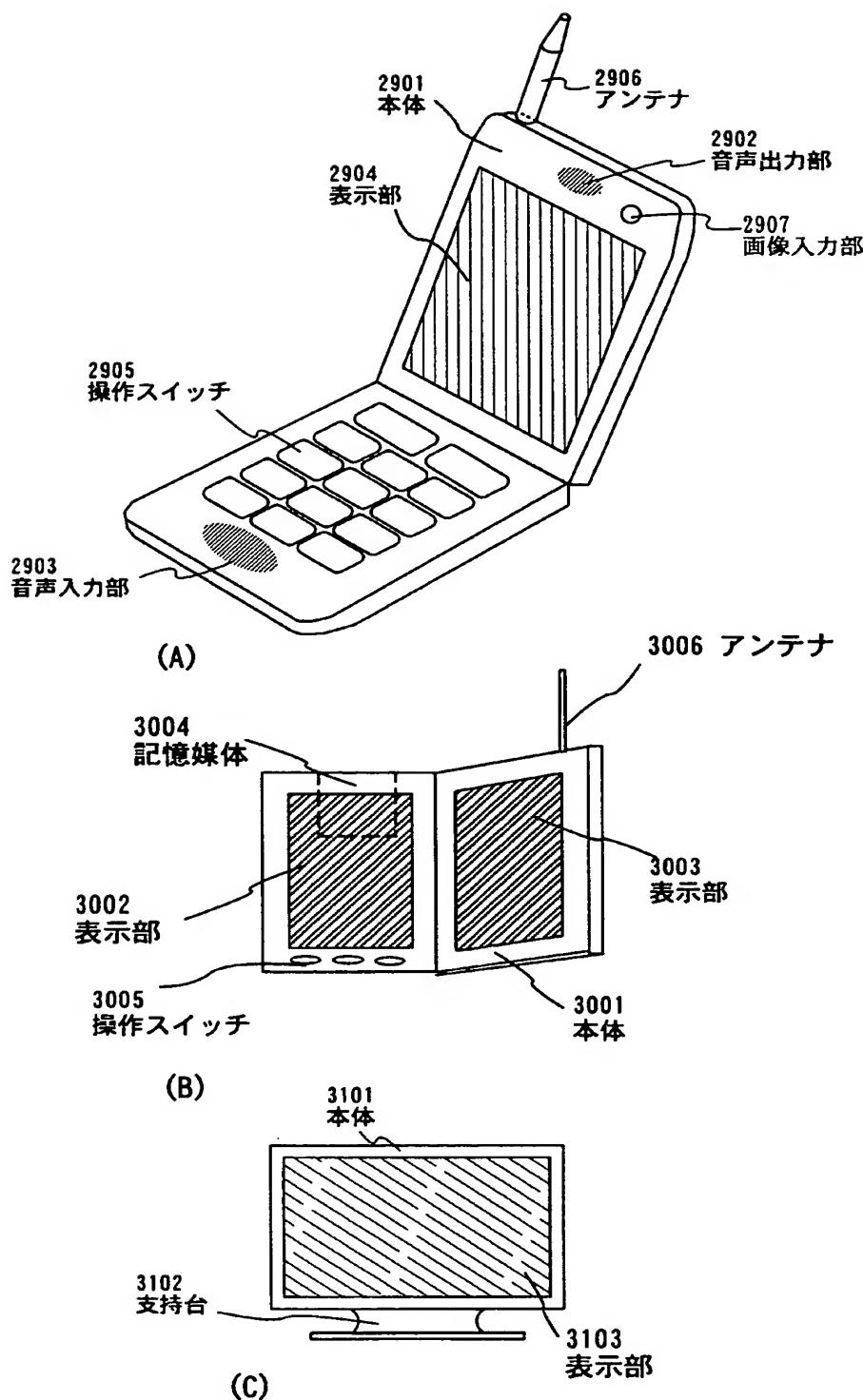
【図10】



【図11】



【図12】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 上面出射構造において、発光する発光領域以外の箇所には、配線やTFTなどが設けられており、配線の反射光が観察者の目に到達する問題があった。

【解決手段】 本発明は、発光領域以外の領域に光を吸収する多層膜61を設けて、配線による反射光が観察者の目に到達することを防ぐ構造とする。具体的には、第1の電極66bの端部を覆う隔壁（バンク、または障壁とも呼ばれる）の上層として、光を吸収する多層膜61を用い、下層として有機樹脂67を用いる。本発明において、隔壁は、材料の異なる3層以上の積層からなることを特徴としている。

【選択図】 図2

出願人履歴情報

識別番号 [000153878]

1. 変更年月日 1990年 8月17日

[変更理由] 新規登録

住 所 神奈川県厚木市長谷398番地

氏 名 株式会社半導体エネルギー研究所